N° 6 31 MARS 1938

Revue générale des Sciences pures et appliquées

Fondateur : L. OLIVIER (1890-1910).
Directeurs : J.-P. LANGLOIS (1910-1923), L. MANGIN (1924-1937).

Directeur :
R. ANTHONY, Professeur au Muséum national d'Histoire Naturelle.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. le Docteur Gaston DOIN, 8, place de l'Odéon, Paris.
La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

Le point isoélectrique des sérums pathologiques.

L'étude du point isoélectrique du sérum a pris une importance de plus en plus grande dans les études biologiques. Le Professeur Fred Vlès et ses collaborateurs, à la suite d'une longue série de recherches, ont établi que ce point éprouvait des variations notables dans un grand nombre d'états pathologiques. Dans un travail récent[1], M. Vlès rapporte les résultats relatifs au cas tout à fait exceptionnel et particulièrement intéressant d'une malade suivie pendant quatre ans consécutifs et pour laquelle des électrophorèses du sérum sanguin ont été, conjointement à d'autres mesures, effectuées d'une façon régulière et approximativement tous les mois.

La malade présentait un sarcome fusocellulaire apparu vers 1925 dans la région occipitale du cuir chevelu. Entre cette date et la fin de 1932, époque à laquelle la malade se confiait aux soins du Professeur Vlès, celle-ci avait subi une série d'exérèses chirurgicales suivies chacune de récidives en 1927, 1928 et 1930. En 1932, la malade qui présentait une grosse tumeur bosselée, dure, en partie ulcérée, attenant à l'os fut soumise à un traitement radiothérapique intense à la suite duquel la tumeur putride ne parut guère régresser. A ce moment-là (novembre 1932) le professeur Vlès commença la médication à bases d'acides aminés qu'en collaboration avec le regretté P. de Coulon du centre anticancéreux de Lausanne, il avait préconisé pour le traitement des tumeurs malignes. Ces acides furent d'abord administrés par voie buccale sous forme d'un mélange de cystine, alanine, proline, de quelques éléments accessoires du tube digestif et d'endocrines; à partir de 1934 fut institué un traitement au cystosal (cystine, acide oxyaminophénylarsinique, acide salicylique) qui fut continué à côté du traitement précédent jusqu'à l'époque actuelle, des applications locales de ces deux mélanges furent également effectuées d'une manière régulière.

L'évolution clinique de la malade a présenté, au cours de ces quatre années, une série de régressions du sarcome dont quelques-unes furent particulièrement remarquables, suivies de reprises partielles, le plus souvent à la suite de maladies contractées dans l'intervalle (infection intestinale, grippe, etc.); à chacune des récidives la thérapeutique était accentuée et amenait rapidement une nouvelle régression. Il est à peine besoin de souligner l'intérêt des résultats obtenus par la médication aux acides aminés de Vlès et de Coulon, trop peu connue semble-t-il des praticiens.

Le sujet a été au cours des quatre années l'objet de séries de mesures physico-chimiques et chimiques que nous ne pouvons mentionner ici, nous bornant à l'examen des résultats relatifs à la détermination des points isoélectriques suivant la technique si précise instituée par Vlès. Sans entrer dans le détail de ces mesures qu'on pourra retrouver dans le mémoire original, nous nous contenterons de mentionner que les poussées tumorales ont été

1. F. Vlès : *Archives de Physique biologique*, septembre-décembre 1936 (livraison parue en juillet 1937.

corrélatives d'un accroissement de la valeur du coef. ficient *p*H pour laquelle se produit le point isoélectrique (point α). Au contraire, les régressions ont débuté par des oscillations répétées des points isoélectriques durant trois ou quatre mois, à la suite desquelles s'établit un régime stationnaire caractérisé par une valeur plus faible du coefficient *p*H relatif au point isoélectrique. Cette valeur du coefficient *p*H pour le point isoélectrique des états quasi stationnaires accompagnant les régressions tumorales est allée en diminuant au cours des quatre années de traitement : 6 en 1933, 5 à 6 en 1934, 4 à 5 en 1936. Si l'on songe que les doses d'acides aminés administrées au sujet sont allées en croissant, il ne serait pas impossible, d'après M. Vlès, de voir dans ce déplacement régulier de l'équilibre le résultat d'une action directe des acides aminés introduits dans l'organisme.

A. Boutaric.

***

Un nouvel appareil cinématographique.

A la dernière fête du Point Gamma donnée à l'Ecole Polytechnique, M. Visbecq a présenté au public un nouvel appareil de cinématographie panoramique fort intéressant. Nous croyons intéresser les lecteurs de la Revue en leur donnaant une description de cet appareil rédigée par M. Gallet de Saint-Aurin :

L'appareil cinématographique panoramique ne comporte que trois organes.

— Un film qui se déplace horizontalement d'un mouvement continu.

— Un objectif classique.

— Enfin une couronne de miroirs placée en avant de l'objectif.

Un appareil de prises de vues et un appareil de projection sont de construction identiques. Un seul appareil peut même servir aux deux fins.

Le fonctionnement d'un tel appareil s'explique aisément.

1) Pour une prise de vue :

Si un miroir placé en avant d'un objectif est immobile, l'objectif donne du panorama une image réelle fixe.

Si le miroir le met en mouvement l'image réelle se déplace. Mais si l'on a soin de donner à la pellicule une vitesse égale à celle de l'image la pellicule impressionne l'image en mouvement comme si tout était au repos.

2) Pour une projection. Phénomène inverse. — La pellicule en se déplaçant donnerait une image en mouvement. Mais le miroir tourne, et fixe, stoppe pour ainsi dire, l'image projetée sur l'écran. Un miroir donne donc une image projetée fixe. Le miroir suivant agit de même et donne une autre image fixe de la vue pelliculaire suivante. Et ainsi de suite. Les images se succèdent et donnent comme dans un appareil ordinaire des images cinématographiques.

Il n'est plus nécessaire d'avoir un obturateur. Le remplacement d'un miroir par le suivant s'en charge.

Il n'est plus nécessaire non plus d'avoir une griffe ou une croix de Malte puisque le film se déplace d'un mouvement continu.

Les rôles des trois organes s'expliquent ainsi clairement :

Le film porte les images;

L'objectif projette;

La couronne des miroirs joue un triple rôle :

1) Elle définit le champ optique de l'appareil et cela quel que soit l'objectif. Moins il y a de miroirs plus le champ est grand. Un assemblage de six miroirs donne un champ de 120°.

2) Elle joue le rôle d'obturateur.

3) Par sa rotation elle annule l'effet du déplacement de la pellicule.

Avantages. Construction très simple (trois organes).

Pas d'obturateur.

Pas de mouvement alternatif de la pellicule.

Champ optique très large.

Utilisation 100 % de l'intensité lumineuse consommée.

Meilleure sonorisation que dans les appareils actuels et ce sans dépasser les 16 images-seconde du cinéma muet (il a fallu arriver à 25 images-seconde avec les appareils sonores actuels).

Gallet de Saint-Aurin.

LES VITAMINES
LEUR SIGNIFICATION ACTUELLE DU POINT DE VUE CHIMIQUE, BIOLOGIQUE ET MÉDICAL

Il y a 25 ans Casimir Funk[1] annonçait que certaines maladies : le béribéri, le scorbut, la pellagre et probablement le rachitisme étaient causées par l'absence dans le régime alimentaire de principes agissant à doses infinitésimales, principes auxquels il donna le nom générique de vitamines, pour rappeler le caractère indispensable, vital, de ces substances et la nature chimique probable de l'une de ces vitamines qu'il venait d'extraire de polissures de riz.

Pendant longtemps la nature de ces vitamines resta obscure et leur réalité même était contestée. N'était-il pas en effet peu rationnel d'admettre l'existence d'une substance en prenant comme critérium les effets de son absence.

Les recherches de ces dernières années viennent d'apporter la preuve définitive de la justesse et de la fécondité de l'hypothèse de Funk et deux prix Nobel ont récompensé en 1937 les travaux de trois savants : W. M. Haworth, P. Karrer et Szent-Gyorgyi, dont les recherches les plus remarquées ont précisément porté sur l'identification chimique des vitamines et leur obtention par voie de synthèse.

Que faut-il penser actuellement des vitamines à la lumière de ces découvertes ?

Caractères généraux des vitamines.

Les vitamines doivent être considérées comme un des principes alimentaires fondamentaux, indispensables à la nutrition, appartenant, comme les matières minérales et les acides aminés, à la catégorie des aliments plastiques (substances élémentaires fondamentales, substances systatiques) que l'organisme doit trouver tout formés dans sa ration alimentaire de chaque jour.

Par leur nature, par leurs propriétés, les vitamines ne représentent pas quelque chose d'inattendu, de nouveau, dans la série des aliments plastiques, toutefois certains de leurs caractères doivent être soulignés car ils expliquent pourquoi tant d'années ont dû s'écouler pour que la conception de l'existence des vitamines soit devenue possible, et pourquoi tant d'efforts ont dû être dépensés pour que leur nature ait été élucidée.

Les vitamines sont en effet remarquables :

1° Par la petitesse de la dose quotidienne utile : elle est chez l'homme de l'ordre du milligramme[2].

Ce caractère marche de pair avec la teneur généralement faible des aliments en ces principes, certains aliments en étant même dépourvus.

2° Par leur fragilité : les agents physiques ou chimiques, lumière, oxydation, dans certaines conditions de réaction, particulièrement sous l'influence de la température, sont capables de les détruire rapidement et totalement.

Mais ces propriétés ne distinguent pas radicalement les vitamines des autres principes plastiques.

Tout d'abord certaines vitamines sont nécessaires à doses assez élevées c'est le cas de l'acide ascorbique dont les besoins quotidiens de l'homme se chiffrent par 50 mg.

D'autre part la quantité quotidienne de fer nécessaire à l'adulte est relativement faible 10 à 15 mg. par jour, celle d'iode l'est encore plus : 0,1 mgr. par jour; celle du zinc, du cobalt, sont de l'ordre du millième de milligramme.

Parmi les acides aminés, le tryptophane qui est un principe indispensable, est assez fragile. Enfin, les acides aminés, les matières minérales sont comme les vitamines, très inégalement répandus dans les aliments.

Toutefois les vitamines présentent un autre caractère assez remarquable qui est à la base de leur mise en évidence. Leur absence spontanée ou provoquée qui est en général incompatible avec la vie, provoque des troubles dont le seul aspect clinique est suffisamment caractéristique : béribéri, polynévrite aviaire, scorbut, pellagre, rachitisme..., pour que l'on puisse affirmer par leur simple constatation que telle ou telle vitamine fait défaut[3].

1. Die Vitamine, Ihre Bedeutung für die Physiologie und Pathologie mit besonderen Berücksichtigung der Avitaminosen : Beriberi, Skorbut, Pellagra, Rachitis). Bergmann, Wiesbaden, 1914.

2. Cf. H. Simonnet : La thérapeutique fonctionnelle à doses minimes par les vitamines. *Coll. trav. Pathol. comparée.* Paris, 1937.

3. Sur la mise en évidence des vitamines, les grandes avitaminoses, Cf. : L. Randoin et H. Simonnet : Les données et les inconnues du problème alimentaire. II. La question des vitamines. Les Presses universitaires, Paris, 1927, et les Vitamines, in Collection encyclopédique, Armand Colin, Paris, 1934.

En cela les avitaminoses se distinguent des carences de matières minérales ou d'acides aminés qui sont parfois également incompatibles avec la vie, mais qui déterminent des troubles difficiles à déceler cliniquement.

Une réserve cependant doit être faite en ce qui concerne la privation d'Iode dont une des manifestations, le goitre, est d'observation facile.

***

A l'heure actuelle les vitamines définies chimiquement sont les suivantes :

La *vitamine A*, vitamine de croissance : $C^{20}H^{30}O$, et le carotène, carbure d'hydrogène $C^{40}H^{52}$ qui se comporte comme une provitamine A pour l'organisme animal.

La *vitamine* B_1, vitamine antinévritique : $C^{12}H^{16}O\ N^4S$, aneurine, thiamin.

La *vitamine* B_2 : $C^{17}H^{20}N^3O^6$ ou lactoflavine.

La *vitamine C*, vitamine antiscorbutique : $C^6H^8O^6$, acide hexuronique ou acide ascorbique.

Les *vitamines antirachitiques : Vitamine* D_2, calciférol : $C^{28}H^{44}O$, dérivée de l'ergostérol : $C^{28}H^{44}O$, et la vitamine D_3, dérivée du cholestérol : $C^{27}H^{46}O$, par l'intermédiaire du 7 déhydrocholestérol.

La *vitamine E*, vitamine antistérilité : $C^{22}H^{50}O^2$ ou α-tocophérol.

Enfin, une nouvelle venue, au moins en ce qui concerne son identité chimique, la *vitamine* B_6, vitamine antipellagreuse, qui est l'acide nicotinique $C^5H^4NCO^2H$.

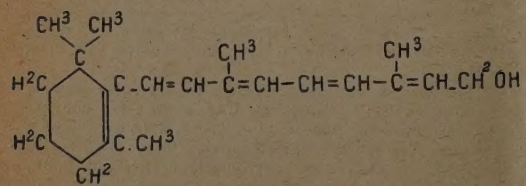
Nature chimique des vitamines.

Précisons tout d'abord à l'aide des travaux récents, ce qu'il faut penser de la nature chimique des vitamines.

La *vitamine A* peut être extraite à l'état de pureté chimique (Holmes, 1937) de l'huile de foie de divers poissons : Pleuronectes hippoglossus (flétan), Stereolepsis Ishinagi; elle est également formée à partir des carotènes (α, β ou γ).

Elle a été obtenue par synthèse par Kuhn et Morris (1937) à partir de l'aldéhyde β-ionylidène acétique.

Sa formule de structure, dans laquelle on retrouve un squelette de β-ionone, et d'isoprène, est la suivante :

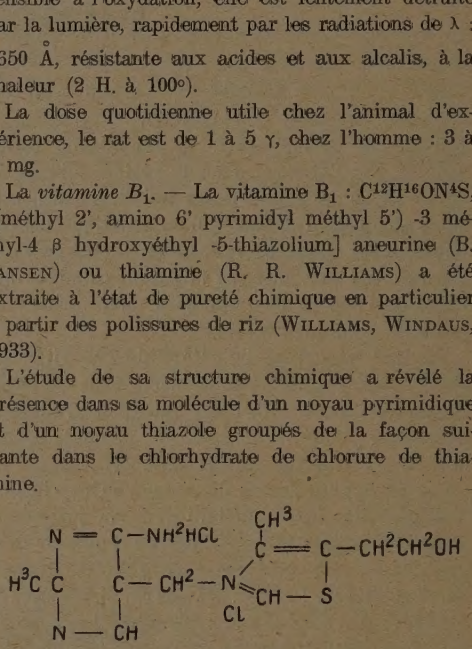


C'est un liquide jaune clair, se solidifiant à — 5° —6°, non miscible à l'eau, soluble dans les solvants organiques, inactif sur la lumière polarisée et présentant en solution chloroformique un maximum d'absorption à 3280 Å. La vitamine A est sensible à l'oxydation, elle est lentement détruite par la lumière, rapidement par les radiations de λ : 3650 Å, résistante aux acides et aux alcalis, à la chaleur (2 H. à 100°).

La dose quotidienne utile chez l'animal d'expérience, le rat est de 1 à 5 γ, chez l'homme : 3 à 5 mg.

La *vitamine* B_1. — La vitamine B_1 : $C^{12}H^{16}ON^4S$, [(méthyl 2', amino 6' pyrimidyl méthyl 5') -3 méthyl-4 β hydroxyéthyl -5-thiazolium] aneurine (B. Jansen) ou thiamine (R. R. Williams) a été extraite à l'état de pureté chimique en particulier à partir des polissures de riz (Williams, Windaus, 1933).

L'étude de sa structure chimique a révélé la présence dans sa molécule d'un noyau pyrimidique et d'un noyau thiazole groupés de la façon suivante dans le chlorhydrate de chlorure de thiamine.



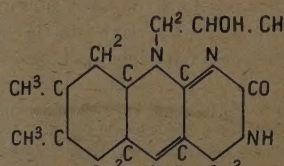
La synthèse réalisée de divers côtés (Williams, 1936, Grewe, 1936...) a prouvé la réalité de cette manière de voir.

Le chlorhydrate de chlorure de thiamine est en cristaux monocliniques, p. f. + 250°, solubles dans l'eau, maximum d'absorption à 2450-2470 Å; la thiamine est adsorbée facilement par la terre à foulon, détruite par la radiation de λ : 2537 Å, détruite par les alcalis même dilués et à la température ordinaire.

La dose de vitamine B, utile chez l'animal (Pigeon) est de 12 γ environ, chez l'homme : 1 mgr.

La *vitamine* B_2 : $C^{17}H^{20}N^3O^6$ ou lactoflavine, [diméthyl-6,7 (*d*-ribityl-1')-9 flavine] a été extraite à l'état de pureté chimique du petit-lait, du blanc d'œuf par Kuhn.

La structure moléculaire est la suivante :



On y trouve donc un groupement glucidique l'arabinose et un noyau azoté 1 (alloxazine (benzo-alloxazine).

La synthèse de la vitamine B_2 a été réalisée par P. KARRER (1935) à partir de l'arabinose et du xylène.

La lactoflavine cristallise en aiguilles jaune orange, p. f. + 293°, peu soluble dans l'eau, insoluble dans les solvants organiques, la solution aqueuse possède une fluorescence verte; elle est lévogyre en solution alcaline (αD : — 118° en NaON/20); stable en milieu acide à 120°; la lactoflavine est détruite par la lumière naturelle.

La dose utile chez l'animal (Rat) est de 5 γ environ, chez l'homme de 2 à 3 mgr.

La *vitamine C*, $C^6H^8O^6$, [lactone *l*-céto-3.thréo-hexonïque], acide hexuronique, acide ascorbique, a été extraite à l'état de pureté chimique de la surrénale et du paprica (Capsicum annum Solanacées) (SZENT-GYORGYI, 1927), ainsi que du jus de citron) (KING).

Elle a été obtenue par synthèse par REICHSTEIN (1933) et par HAWORTH (1933) à partir du xylose.

La formule de structure actuellement adoptée est celle qui a été proposée par HIRST (1933).

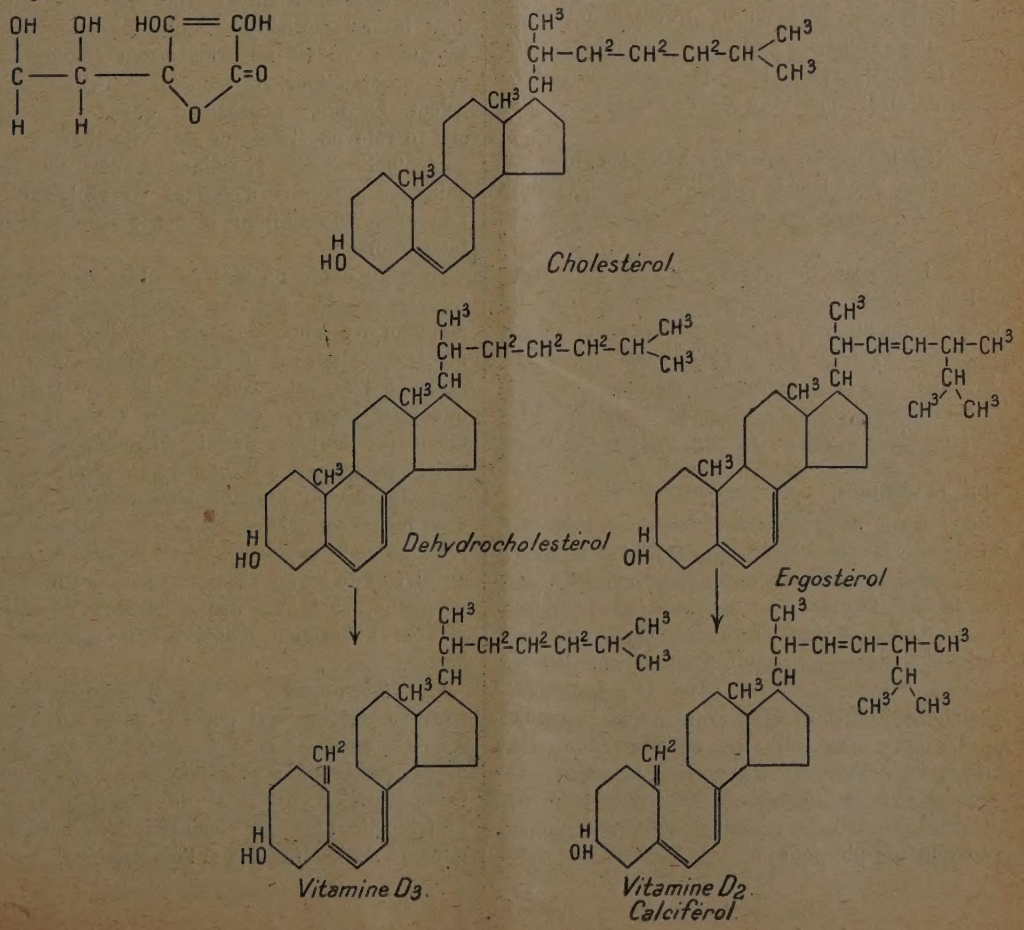
C'est une poudre blanche, cristalline, p. f. + 194°, soluble dans l'eau, insoluble dans les solvants organiques, dextrogyre (α D + 48°) présentant un maximum d'absorption à 2.450 Å, très facilement oxydable, surtout en milieu alcalin, plus stable en milieu acide, il réduit les sels de cuivre en matière acide.

La dose utile d'acide ascorbique est de 1 à 5 mgr. chez le Cobaye; chez l'enfant : 5 mgr.; chez l'adulte 50 mgr.

La *vitamine antirachitique*, vitamine D_3 a été extraite de l'huile de thon ou de flétan (BROCKMANN, 1936), elle peut également être obtenue par voie chimique à partir du 6.7 déhydrocholestérol (WINDAUS, 1935-1936).

On obtient aussi par irradiation de l'ergostérol un autre principe antirachitique : le calciférol ou vitamine D_2.

Ces deux principes antirachitiques ne diffèrent, du point de vue chimique, que par leur chaîne latérale et, du point de vue biologique, par leur inégale capacité à guérir le rachitisme chez les volailles; le principe antirachitique naturel est représenté par la vitamine D_3.



Il est intéressant de comparer les formules de structure de divers stérols et de leurs dérivés. Cette comparaison montre une fois de plus les étroites relations qui existent entre la structure chimique et les propriétés des corps, en particulier les propriétés pharmacodynamiques.

Le calciférol se présente en cristaux aciculaires incolores et inodores, de p. f. 114-117°, insolubles dans l'eau, solubles dans les solvants organiques, dextrogyre (α D : + 81°4 (acétone), présentant un maximum d'absorption à λ : 2.650, Å (dans le cyclohexame), en commun avec l'ergostérol, et deux autres bandes à 1.550 et 2.050 Å. Il est détruit par l'irradiation à λ : 2.650 et par le chauffage à 200°.

La dose utile de vitamine antirachitique est de 0,01 γ chez l'animal (Rat), 2 à 5 γ chez l'enfant.

La *vitamine E*, récemment isolée par Evans, dont les travaux ont été confirmés par Euler a pour formule brute $C^{29}H^{50}O^2$; ce serait un α-monoéther de la durohydroquinone.

La structure moléculaire n'est pas encore élucidée.

C'est une huile, insoluble dans l'eau, soluble dans les solvants organiques, présentant un maximum d'absorption à 2.940 Å, détruit par les U. V., très stable vis-à-vis de l'oxygène, de la température, ainsi que vis-à-vis des acides et des alcalis.

La vitamine B_6 ou vitamine antipellagreuse est représentée par l'acide nicotinique de formule $C^5H^4N\ CO^2H$, correspondant à la structure moléculaire.

Il est intéressant de rappeler que dès 1911 Funk avait déjà isolé cette substance des polissures de riz, mais ne lui avait trouvé qu'une faible action protectrice vis-à-vis de la polynévrite aviaire.

Ce qu'il y a de remarquable dans ces travaux, c'est l'ingéniosité, la patience et la somme vraiment prodigieuse de travail qui ont été dépensées et qui ont permis d'obtenir en peu d'années de si brillants résultats.

Sans doute le perfectionnement des méthodes chimiques, les incidences imprévisibles résultant de la mise au point de techniques nouvelles, ont grandement facilité les recherches; mais, parmi ces méthodes, il faut faire une place aux procédés biologiques qui apportaient au chimiste un précieux réactif, nouveau pour lui, le réactif-animal. Ce réactif, en effet, joint à une sensibilité aussi grande que celle des meilleurs tests chimiques ou physiques, la propriété de donner des réponses avec des substances contenues dans des mélanges dont la complexité défie les réactifs chimiques ou physiques.

En même temps que ces travaux analytiques faisaient mieux connaître la nature des constituants de l'indéterminé alimentaire, ils permettaient de soupçonner l'existence de nouvelles vitamines. C'est ainsi que le groupe de vitamines B dans lequel les trois principes sont maintenant connus (B_1, B_2, B_6) paraît contenir d'autres substances indispensables à la nutrition; les vitamines B_3, B_4, B_5, W... On pressent l'existence à côté de l'acide ascorbique d'un autre principe utilisé pour la prévention du scorbut et, à côté de la vitamine A, d'une seconde vitamine A_2.

L'obtention des vitamines à l'état de pureté chimique a également facilité les études relatives aux acides aminés indispensables, et permettra aussi d'approfondir le problème de la nature des infiniment petits chimiques minéraux dont le rôle apparaît très voisin de celui des vitamines.

Rôle physiologique des vitamines.

Jusqu'à ces dernières années, le rôle des vitamines dans le fonctionnement de l'organisme animal, s'il se révélait fondamental, n'apparaissait pas clairement.

Sans doute leur absence provoque des troubles dont les caractéristiques morphologiques et fonctionnelles ont été minutieusement étudiées; mais ces constatations, de quelque valeur qu'elles soient, ne nous apprennent que peu de chose sur le rôle physiologique des vitamines.

L'obtention des vitamines à l'état de pureté chimique a permis d'aborder ce problème dans de meilleures conditions et a apporté des résultats intéressants.

Disons d'abord un mot des effets des vitamines à doses très élevées, des *hypervitaminoses*. Cette méthode n'a apporté aucun résultat utile à ce point de vue, car il faut atteindre des doses égales à 1.000 ou 10.000 fois la dose physiologique pour observer des manifestations qu'il n'est même pas toujours permis d'homologuer à celles qui se produisent à l'état normal. C'est seulement dans le cas du principe antirachitique que l'on a pu mettre en évidence le pouvoir que possède ce principe de provoquer le dépôt de sels de calcium au niveau de foyers inflammatoires, au niveau des vaisseaux, sans que d'ailleurs cette constatation ait été à l'origine d'applications médicales ou autres.

Plus intéressantes et plus suggestives sont les relations étroites qui ont été mises en évidence entre la *vitamine A* et la formation du *pourpre visuel*, processus physiologique qui, lorsqu'il est troublé par la privation de vitamine A, est à l'origine de l'une des manifestations caractéristiques de l'avitaminose A : l'héméralopie.

Rappelons encore l'influence très nette de la vitamine A sur la valeur de la chronaxie, c'est-à-dire en somme sur l'excitabilité neuro-musculaire : la diminution du taux de vitamine A détermine un abaissement de la chronaxie et la suppression du phénomène de subordination (Chevallier).

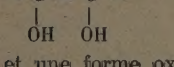
Les deux *vitamines B* définies chimiquement : thiamine et lactoflavine se révèlent comme des constituants des ferments qui interviennent dans la respiration tissulaire. Le pyrophosphate de thiamine est une co-enzyme, c'est-à-dire une substance dont le poids moléculaire est relativement faible par rapport à celui de la diastase et dont la présence est indispensable pour que le ferment puisse agir sur son substrat; elle intervient dans la constitution de la carboxylase[4], diastase qui décarboxyle, c'est-à-dire enlève de l'acide carbonique à certains acides, les acides α-cétoniques : l'acide pyruvique par exemple, sous l'influence de la carboxylase, se dédouble en acétate déhyde et en acide carbonique.

Ce fait est intéressant à rapprocher de la constatation classique du rôle des vitamines B dans le métabolisme hydrocarboné et de l'influence de la vitamine B_1 sur la consommation d'oxygène en présence de pyruvate du tissu cérébral de pigeon privé de vitamine B.

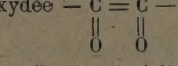
La lactoflavine, sous forme également de phosphate, se comporte aussi comme une coenzyme d'une déhydrase, le ferment jaune de Warburg, qui intervient dans la respiration tissulaire comme transformateur d'hydrogène.

Le rôle de la *vitamine C* est un peu différent, elle ne paraît pas intervenir dans des actions diastasiques proprement dites mais elle constitue avec d'autres substances telles que la cystéine, le glutathion, le cytochrome, des systèmes qui jouent, en ce qui concerne le potentiel d'oxydo-réduction, un rôle « tampon » analogue à celui que jouent les acides et les bases dans la régulation du *p*H tissulaire.

L'acide ascorbique se trouve en effet dans l'organisme sous deux formes : une forme réduite



et une forme oxydée



Peut-être existe-t-il une troisième forme intermédiaire (Besszonoff).

L'acide ascorbique joue *in vitro* un rôle dans l'oxydation des acides gras par le tissu hépatique et la teneur du sang en estérase est accrue par l'administration orale d'acide ascorbique.

L'acide ascorbique se comporte aussi comme un activateur des amylases animales du type β-amylase de la salive humaine, du pancréas du porc...), elle est inactive vis-à-vis des α-amylases et inhibe les β-amylases végétales (maltase).

La cathepsine, mais non la papaïne, est activée par l'acide ascorbique.

L'acide ascorbique accélère la formation hydrolytique des phosphates dans la fermentation du lévulose par la levure de bière.

L'acide ascorbique dans ces réactions se comporte comme un donneur d'hydrogène ou un accepteur d'oxygène, mais ce processus n'est pas entièrement irréversible et rapidement l'acide ascorbique est détruit, de sorte qu'un apport constant est indispensable.

Il n'y a donc guère de ressemblance entre les rôles que jouent les diverses vitamines et, à ce point de vue encore, rien ne permet de les grouper ensemble.

Il en est de même quand on considère leur origine et leur mode de formation.

Certains de ces principes sont d'origine végétale et leur formation paraît liée à la fonction chlorophyllienne : c'est le cas de l'acide ascorbique, sauf cependant en ce qui concerne certaines espèces animales (rat, pigeon) qui paraissent capables de le former. Par contre la vitamine antirachitique est d'origine animale.

Comme d'autre part les vitamines appartiennent à des groupes chimiques très différents les uns des autres : stérols, hydrates de carbone, bases azotées, il faut reconnaître qu'aucun caractère particulier ne permet de les définir et de constituer pour elles, parmi les aliments systatiques, un groupe spécial, et l'on peut même dire que si leur individualisation, en tant que groupe autonome, a été utile dans les premières étapes de leur étude, elle perd maintenant de son intérêt et peut même devenir gênante pour comprendre leur rôle dans l'organisme à l'état normal ou à l'état pathologique.

Signification des vitamines en pathologie.

Quelle est la signification des vitamines pour la compréhension de la pathogénie et de la thérapeutique des troubles de la nutrition et de quelle utilité la connaissance de ces principes est-elle pour l'élaboration d'une meilleure hygiène de l'alimentation ?

Dans les conditions actuelles de l'alimentation humaine certaines avitaminoses aiguës ont pratiquement disparu ou sont en cours de disparition, c'est le cas du scorbut et du rachitisme. L'éradication du béribéri est plus difficile en raison de la modification profonde du régime alimentaire

4. Lohmann, *Naturwiss.*, 1937, 26, 25.

qu'elle implique. Les données récentes relatives au principe antipellagreux permettent d'espérer à bref délai une thérapeutique curative et surtout préventive de cette redoutable affection des pays consommateurs du maïs.

Les avitaminoses subaiguës ou chroniques, permanentes ou intermittentes, souvent associées d'ailleurs à d'autres carences : carence d'acides aminés, carences minérales, sous-alimentation générale, ne sont par contre pas rares. Leur fréquence tient aux habitudes alimentaires imposées par notre mode de vie et ces carences se produisent dans des conditions où le régime alimentaire peut même paraître normal ou rationnel.

Elles découlent par exemple de la consommation volontaire ou involontaire d'aliments pauvres en vitamines. Cette limitation dans la quantité ou la qualité des aliments peut être imposée par des raisons diététiques : régime des sujets atteints d'affections diverses du tube digestif par exemple; par des raisons de mode alimentaire : crainte des microbes, crainte de l'aliment cru, de l'aliment cellulosique; par des raisons économiques : difficultés d'approvisionnement, coût de certains aliments. Elles peuvent aussi tenir à la destruction ou à l'élimination des vitamines par le mode de préparation des aliments, cuisson, stérilisation, mouture, décortication.

Enfin l'effet de ces facteurs est souvent accentué par l'augmentation des besoins de vitamines, augmentation dont on connaît des exemples concrets; composition de régimes alimentaires; il existe une relation directe entre le taux de vitamine B_1 et la teneur de la ration en glucides; capacité d'utilisation digestive, de résorption intestinale, d'utilisation tissulaire de l'organisme; travail musculaire; grossesse, allaitement; hyperfonctionnement thyroïdien, etc.

Ces états de carences ménagées sont compatibles pendant de longues périodes avec un état de santé qui ne cause pas d'inquiétude. Mais survienne une infection, une fatigue, une intoxication, auxquelles un organisme normal résisterait facilement, le sujet en carence de vitamines offrira au contraire un état de sensibilité anormale.

C'est ainsi que la notion de carence et plus particulièrement celle de carence de vitamines donne une base physiologique à la conception du *terrain* en pathologie.

La notion de terrain est aussi ancienne que la pathologie, on peut même affirmer qu'elle domine toute la pathologie, car c'est grâce à la qualité du terrain que certains sujets résistent à un agent morbifique alors que d'autres y succombent. La connaissance des agents infectieux, des poisons, a pu diminuer en apparence le rôle du terrain. Mais la sérothérapie et la prémunition contre les agents microbiens, les toxines et les poisons qui constituent une des armes les plus puissantes de la thérapeutique actuelle relèvent d'une modification de la réceptivité de l'individu, c'est-à-dire en somme d'une qualité du terrain.

Les belles recherches de physio-pathologie comparée de Mouriquand ont apporté dans la connaissance des états de précarence qui ne se manifestent que sous l'influence de « facteurs de révélation » dans l'étude des processus réversibles et des processus irréversibles au cours de l'avitaminose C partielle, des données qui s'appliquent directement à la clinique humaine. Elles montrent en particulier que dans les carences chroniques « passé un certain cap dystrophique », les troubles causés par l'avitaminose C s'émancipent en quelque sorte vis-à-vis de leur agent causal, prennent un caractère qui les rapproche du rhumatisme chronique et deviennent réfractaires au traitement spécifique par la vitamine C[5].

On pourrait encore rapprocher, à titre d'hypothèse, l'influence favorable que les aliments exercent chez l'animal vis-à-vis de certaines intoxications, influence que Lassablière[6] rapporte à des principes indéterminés pour lesquels il propose la dénomination de *trophophylactines*.

Comment peut-on mettre en évidence ces états de précarence qui doivent être dépistés avec soin chez l'adulte et surtout chez l'enfant.

Des méthodes cliniques d'emploi aisé ont été récemment recommandées par le Comité d'Hygiène de la Société des Nations[7]. Voici les principales d'entre elles :

Pour l'avitaminose A, le dosage de la vitamine A dans le sang et la mesure de l'acuité visuelle.
Pour l'avitaminose B, le dosage de la vitamine dans l'urine.

Pour l'avitaminose C la mesure du taux d'élimination de l'acide ascorbique avant et après charge de l'organisme en acide ascorbique, la mesure du temps de décoloration de certains colorants (dichlor-phénol-indophénol introduits dans le derme)[8].

Pour le rachitisme, le dosage de la phosphatase du sang, l'examen radiographique du poignet.

Ces moyens d'investigation, joints à la connaissance de la teneur des aliments en vitamines et à celle des besoins normaux de l'homme en vitamines permettent d'établir d'une manière ra-

5. G. Mouriquand et H. Tete, *C. R. Acad. Sc.*, 1937, 205, 822.
6. *C. R. Acad. Sc.*, 1937, 204, 1893.
7. *Bull. Org. Hyg. Soc. Nat.*, 1937, 6, 150.
8. Portnoy et Wilkinson : *British Med. J.*, 12 février 1938.

tionnelle la composition du régime alimentaire en fonction de l'âge, de l'état physiologique ou pathologique et en accord avec les conditions économiques. Ils permettent aussi de donner plus de facilité dans la composition de régimes en permettant l'utilisation d'aliments ou de préparations alimentaires : les conserves par exemple, dont la valeur nutritive a été longtemps tenue pour suspecte, faute de posséder des moyens de mesurer facilement leur teneur en vitamines.

Une connaissance plus précise de la nature des vitamines et de leur stabilité a également permis d'apporter une solution pratique à un important problème hygiénique et social : celui de la pasteurisation du lait. Une querelle apparemment insoluble opposait les partisans du lait cru qui redoutaient, sous l'influence de la chaleur, une diminution du taux des vitamines déjà naturellement bas dans le lait, et les partisans de la stérilisation qui, tenant à bon droit pour pratiquement irréalisable la production d'un lait aseptique, estimaient plus urgent de faciliter la conservation du lait pour en généraliser la consommation, précieuse à tous les âges et de prévenir les chances d'infections (gastro-entérites du nourrisson, tuberculose, brucellose). Grâce à des recherches récentes, l'accord paraît actuellement réalisé entre les défenseurs de ces deux tendances, qu'il s'agisse de la pasteurisation haute[9] ou de la pasteurisation basse[10].

En sorte que le problème des vitamines n'aura pas seulement suscité des recherches spéculatives du plus haut intérêt, mais aura aussi contribué à faciliter la lutte quotidienne de l'homme pour son mieux être, invidivuel et social.

H. Simonnet,
Docteur ès Sciences naturelles,
Docteur en Médecine,
Professeur à l'Ecole nationale vétérinaire
d'Alfort.

9. H. SIMONNET, GUITTONNEAU, G., *C. R. Acad. Sc.*, 1937, 204, 1690.

10. *Milk and Nutrition.* Part. I. The effect of commercial pasteurisation on the nutritive value of milk as determined by laboratory experiment. Poynder and son, Reading, 1937.

LES FLAMMES SENSIBLES AU SON

I. **Historique.** — En acoustique on nomme « sensible » toute flamme subissant des variations de forme sous l'influence d'un son.

Les premières indications sur les flammes sensibles au son datent de l'année 1858. SCHAFFGOTSCH (21) avait remarqué qu'une petite flamme, haute de quelques millimètres accusait des variations de hauteur chaque fois qu'on ouvrait ou qu'on fermait une porte, et que ces variations n'avaient rien de commun avec un mouvement causé par un courant d'air.

A la suite de cette remarque, ARNDTSEN (1) indiqua que le phénomène observé par SCHAFFGOTSCH pouvait être vu dans n'importe quelle salle de concert illuminée par du gaz ou du pétrole : « Chaque fois qu'on entend un son fort par exemple un coup de timbale, on voit subitement et à cause de la petite distance en même temps, devenir plus petites toutes les flammes. Les sons peuvent se suivre aussi vite que possible, ils seront décelés par les flammes avec une exactitude télégraphique ».

A peu près en même temps, en Amérique, LECOMTE (17) dans une soirée musicale fait une constatation analogue : « Le concert avait à peine commencé, que je remarquai dans la flamme des bonds *exactement synchrones* avec les battements dont l'oreille me donnait la sensation. Ce phénomène devenait très frappant pour toutes les personnes présentes, surtout quand les notes énergiques du violoncelle se faisaient entendre. Il était extrêmement curieux de voir avec quelle perfection les *trilles* elles-mêmes de cet instrument se réfléchissaient sur les ailes de la flamme. *Un sourd aurait pu voir l'harmonie.* A mesure que la soirée s'avançait et que *la pression du gaz augmentait* par la diminution de la quantité consommée en ville, le phénomène devenait de plus en plus remarquable. Les *bonds* devenaient graduellement plus énergiques et moins réguliers et la flamme finissait par ronfler d'une manière continue, rendant le son caractéristique qui indique l'échappement d'une quantité de gaz plus grande qu'on peut brûler d'une manière complète. Je constatai alors, par une expérience directe, que le phénomène *ne* se produisait qu'autant qu'en réglant l'écoulement du gaz, on plaçait la flamme dans la condition où elle doit être pour commencer à *ronfler*. Je reconnu également que les effets observés ne résultaient ni d'une résonance, ni de l'ébranlement des murs et du plancher de la chambre, causé par des chocs répétés. Il était évident enfin que les pulsations de la flamme *ne pouvaient pas être attribuées* à des vibrations

indirectes se propageant par l'intermédiaire des murs jusqu'à l'appareil de combustion, mais qu'elles devaient être produites par l'influence *directe* des pulsations sonores de l'air sur le jet de gaz lumineux ».

Ces observations furent oubliées, jusqu'à ce qu'en 1867 elles fussent redécouvertes par W. F. BARETT (2) (3) (4), l'assistant de J. TYNDALL. BARETT trouva que la forme et la grandeur de l'orifice sont des éléments importants pour les flammes sensibles. Les observations faites avant lui se portaient sur des flammes à queue de poisson. En donnant à l'embouchure une forme ronde de petit diamètre (aux environs du millimètre) il obtint une flamme circulaire longue de 45 cm. et extrêmement sensible au son surtout aux sons aigus. BARETT communiqua ses observations à J. TYNDALL, et de ce dernier nous avons un grand nombre d'observations du phénommène (27) (28). C'est aussi J. TYNDALL qui donnait à la flamme sensible son nom. A partir de ce moment elle fait l'objet de nombreuses recherches.

II. **Description de la flamme sensible.** — Lorsque par un orifice quelconque de quelques millimètres de diamètre, on laisse échapper sous une pression de quelques centimètres d'eau (4-10 cm. environ) un gaz capable de brûler, on constate les phénomènes suivants. Pour simplifier supposons que l'orifice soit à peu près circulaire. Lorsque la pression du gaz est basse on obtient une longue flamme tranquille et dont la longueur augmente avec l'augmentation de la pression du gaz. Elle peut atteindre ainsi 40 ou 50 cm. de hauteur. En augmentant d'avantage la pression, il vient un moment où la flamme se met subitement à ronfler. A ce moment elle devient plus courte et s'épaissit à sa partie supérieure en un panache tourbillonné. Le gaz sortant passe à ce moment d'un mouvement laminaire à un mouvement tourbillonnaire irrégulier. En diminuant maintenant la pression, un peu de façon à obtenir une flamme tranquille, à ce moment la flamme est sensible au son. Un son quelconque change sa forme, peut la raccourcir, l'allonger, la tourner, lui donnant une forme dépendant de la nature du son ou du complexe de sons qui influe.

On peut donc dire qu'une flamme devient sensible quand le gaz n'atteint tout juste pas la pression nécessaire pour que la flamme se mette à ronfler.

La flamme est alors sensible pour toute une région de fréquences variant avec la forme et la grandeur de l'orifice. G. B. BROWNS (9) (10) a étudié la sensibilité d'une flamme pour les différentes fréquences en fonction de la pression du gaz ; pression qui variait entre 4,5 et 10 cm. d'eau (fig. 1). Pour une pression de 4,5 cm. la flamme répondait aux sons compris entre N = 2.200 et 5.000 périodes par secondes, en augmentant progressivement la pression jusqu'à 10 cm., pression pour laquelle la flamme commençait à ronfler, le domaine des fréquences devient plus large et s'étend de 800 à 7.600.

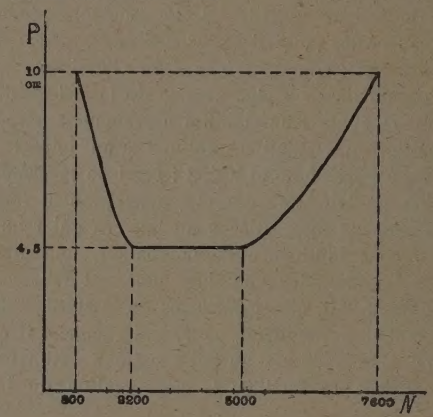


Fig. 1. — Sensibilité d'une flamme en fonction de la pression du gaz (d'après G. B. BROWNS).

Z. CARRIÈRE (35) a étudié pour différentes fréquences le champ de sensibilité, c'est-à-dire la pression minima et maxima entre lesquelles la flamme est sensible. La figure 2 rend compte des résultats. On voit que le champ se rétrécit à mesure que N augmente.

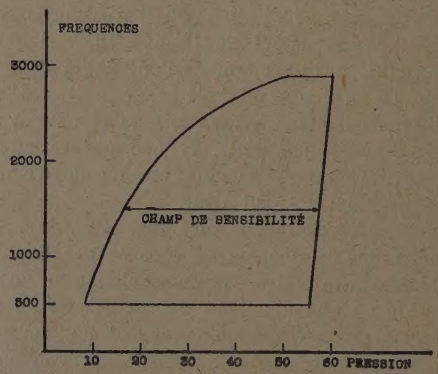


Fig. 2. — Champ de sensibilité (d'après CARRIÈRE).

La pression du gaz d'éclairage dans les laboratoires étant en général de l'ordre de 4 cm. d'eau, WEINBOLD (30), SCHAEFFER (25), HOPKINS (15) décrivent des gazomètres spéciaux pour obtenir la pression nécessaire pour les flammes.

Orifice de la flamme. — L'orifice par lequel le gaz sort joue un rôle important pour la sensibilité d'une flamme. Sa forme et sa grandeur,

importent quant à la sensibilité en général et quant à la sensibilité en fonction de la fréquence. Dans la littérature on trouve mentionnées à peu près toutes les formes que peut prendre un orifice (circulaire, elliptique, triangulaire, en fente, des orifices à bords tranchants, arrondis, des orifices parfaitement lisses ou à bavures, des orifices coniques, cylindriques, etc.). Presque tous les auteurs sont d'accord qu'on obtient des flammes non très sensibles avec des orifices à bords arrondis et parfaitement lisses (BARETT (2) (3) (4), BOUTY (5) (6), SUTHERLAND (24), BROWNS (9) (10), ZICKENDRAHT (32)). Une flamme n'est sensible que quand à l'intérieur de l'orifice il y a des bavures. « Un orifice cylindrique, soigneusement lissé et frotté à pression de gaz normale (8-10 cm. d'eau) donnait des flammes très insensibles, tandis qu'une petite bavure à l'intérieur ou sur le bord de sortie les rendit immédiatement très sensibles ».

Ces résultats sont en désaccord avec les travaux de JORDAN et M. C. CLUNG (16) qui recommandent des orifices coniques circulaires en métal « the inside must be perfectly smooth ».

Pour des orifices très longs et à peu près circulaires les flammes sont en général très sensibles pour des sons aigus, plus l'orifice s'élargit, plus la flamme devient plus sensible aux sons graves.

Quant à la *sensibilité générale* des flammes, elle augmente avec la fréquence, les flammes réagissent encore aux ultrasons. Déjà BARETT avec une sirène de Galton montre la grande sensibilité des flammes pour des sons très aigus et des ultrasons.

La forme extérieure de la flamme sous l'influence de sons ou de la voix humaine est extrêmement variée. Tantôt la flamme se raccourcit et forme un panache tourbillonnant à sa partie supérieure, ou elle se divise en deux parties à cet endroit. En général elle perd de son éclat; sous l'influence d'autres sons elle devient plus longue et plus brillante. La figure 3 (voir planche hors texte) donne quelques aspects que la flamme peut prendre sous l'influence de certains sons.

Lorsque l'orifice est elliptique et que sous l'influence d'un son la flamme se divise vers sa partie supérieure en deux parties, le plan formé (A) par ces deux branches est perpendiculaire au plan du gaz sortant formé par le grand axe de l'ellipse (B) (fig. 4).

La flamme est également sensible à la *direction du son*. Dans le cas d'un orifice elliptique la direction du son pour la sensibilité maxima est parallèle au plan A, c'est-à-dire que les plans des ondes sont parallèles au plan B (fig. 4).

La flamme n'est pas sensible au son dans toute son étendue. En promenant un diapason le long d'une flamme on constate qu'il y a un point seulement où elle est sensible. Ce point est situé à 1 ou 2 cm. au-dessus de l'orifice (fig. 4 point marqué *a*).

Différents gaz. — Déjà TYNDALL faisait des

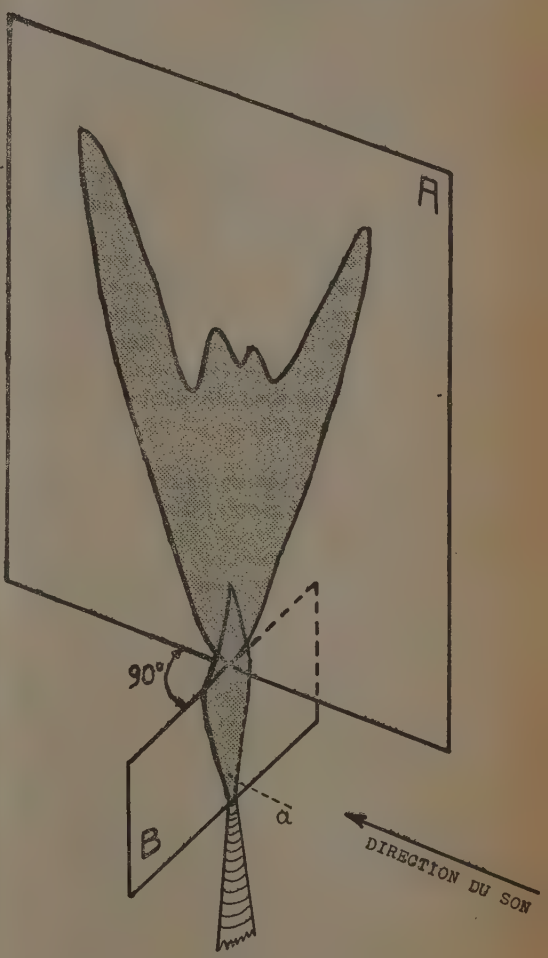


Fig. 4.

expériences avec différentes sortes de gaz, et on peut dire qu'on obtient des flammes plus ou moins sensibles avec n'importe quel gaz. Il est même inutile d'allumer le gaz, des jets de vapeur ou de fumée sont également sensible au son. Ce fait montre que la chaleur, et la combustion ne jouent qu'un rôle secondaire dans l'explication du phénomène.

En prenant un gaz capable de fumer, sous l'influence de certains sons la flamme fume davantage qu'à l'état de repos, pour d'autres sons elle cesse complètement de fumer.

On peut obtenir encore des flammes sensibles

en mettant au-dessus de l'orifice d'un bec de gaz ordinaire à une distance variable suivant le cas, une toile métallique et en allumant le gaz seulement au-dessus de la toile; on obtient ainsi une flamme très tranquille et extrêmement sensible (Lord - RAYLEIGHT (20), GOVI (13), BARRY (7), ZAHRADNICK (31), HOPKINS (15). D'après GEVER (12) on obtient une flamme très sensible, en mettant au-dessus du brûleur à une distance convenable une toile métallique, et en entourant le gaz allumé au-dessus de la toile par un tuyau. BRANDSTAETTER (8) a obtenu encore une flamme sensible en faisant passer un courant d'air par un tuyau rempli de coton, ce dernier étant imprégné à parties égales d'éther et de benzol.

Dans beaucoup de cas, lorsque le son est assez fort la flamme elle-même rend le son et l'amplifie, par exemple lorsqu'on tient un diapason près du point sensible de la flamme. La flamme sensible fait entendre et amplifie également les sons de combinaison et les sons de différence (WAETZMANN (29), SCHMIDT (23)).

III. — Phénomènes se passant au sein de la flamme et moyen de les observer.

Pour étudier les processus à l'intérieur de la flamme il était naturel, étant donné le caractère périodique du son, d'analyser la flamme avec les méthodes générales permettant d'étudier un phénomène périodique. Déjà BARETT utilisait le *miroir tournant* et constatait que la flamme contenait des stries périodiques plus ou moins éclairées. Le miroir tournant a été employé à peu près par tous les expérimentateurs, de même le *stroboscope* a été employé dans beaucoup de cas. Ces deux méthodes ont permis de voir que la flamme est influencée périodiquement par le son et que la période coïncide avec celle du son. La « Schlierenmethode » de TOEPLER reposant sur le principe de rendre visible les variations de l'indice de réfraction d'un milieu gazeux, a permis également d'étudier les phénomènes périodiques au sein de la flamme, surtout dans la partie près de l'orifice. TUFTS (26) par ce procédé étudie un jet de gaz non allumé. ZICKENDRAHT (32) donne quelques photographies obtenues avec la « Schlierenmethode » de la partie inférieure de la flamme (fig. 5) et conclut qu'avec l'excitation du son se produit une concentration du jet relativement froid sortant avec une grande vitesse de l'orifice.

Différents autres procédés ont été utilisés pour étudier les phénomènes périodiques produits par le son dans une flamme. MARBE (18) fait défiler au-dessus d'une flamme un ruban de papier. Le papier est enfumé périodiquement à la cadence des rythmes dans la flamme. Par ce procédé on peut distinguer le son fondamental et ses harmoniques.

BROWNS place devant une flamme d'acétylène horizontale une fente verticale et obtient ainsi, en prenant des photographies à travers un stroboscope, des tracés lumineux variant avec la période et la complexité du son.

Un procédé analogue est employé par ZICKENDRAHT (32). La figure d'une flamme verticale est projetée sur un écran à fente horizontale à l'aide d'une lentille. La fente sera observée après être rendue verticale par un prisme inverseur, dans un miroir tournant ou sera photographiée sur une plaque en mouvement. Les oscillogrammes ainsi obtenus montrent que la partie inférieure de la flamme vibre dans le rythme du son qui l'influence.

Tous ces procédés n'étudient qu'une seule partie de la flamme. Le dispositif qu'emploie P. E. SCHILLER (22, 22*a*) permet de se rendre compte du phénomène total qui joue dans une flamme sensible. Il emploie deux dispositifs : le premier pour l'observation subjective, consiste à regarder une flamme sensible à travers une *combinaison d'un stroboscope et d'un miroir tournant*. Par ce système on se rend indépendant de la fréquence. On peut voir directement ce qui se produit par des sons complexes dans la flamme. Ainsi chaque son complexe, ainsi que chaque voyelle produisent des formes caractéristiques dans la flamme. Les tourbillons de la partie supérieure de la flamme se composent de ces « éléments de forme ». Par un deuxième dispositif objectif avec lequel il arrive aux mêmes résultats, il fait la *cinématographie* sur film de la flamme entière. Nous donnons ici quelques-unes de ces très belles photographies (fig. 6-12). On voit nettement comment les tourbillons se forment et comment les « éléments de forme » caractéristiques pour chaque son et complexe de sons sont différents et montent dans la flamme. « Leur nombre est identique avec la fréquence ».

Z. CARRIÈRE (34) a donné des dessins de la flamme sensible vue à travers un stroboscope.

IV. — Explications du phénomène.

Nous avons vu qu'une flamme est sensible quand la pression du gaz est telle que la flamme est tout juste prête à ronfler. Une toute petite augmentation de pression l'amène à cet état. J. TYNDALL pensait alors que le son produit le même effet qu'un surcroît de pression, c'est-à-dire fait raccourcir la flamme et la fait ronfler. La flamme sensible d'après TYNDALL est comme dans un équilibre instable, elle est à la limite de la sta-

bilité, « et les pulsations sonores achèvent de la faire tomber ». TYNDALL donne ensuite une explication du ronflement d'une flamme, explication qui lui sert de base pour comprendre l'influence du son : « Lorsque la flamme ronfle, le gaz à l'orifice du bec est mis en vibration; et réciproquement, lorsque le gaz à l'orifice du bec viendra à vibrer, la flamme ronflera, si elle était suffisamment rapprochée de la limite du ronflement. Les vibrations sonores, en agissant sur le gaz dans son passage à l'orifice, deviennent ainsi équivalentes à une augmentation de pression dans le gazomètre. Et voici que se révèle à nous la cause physique du ronflement par excès de pression, phénomène qui, tout commun qu'il soit reçoit ici pour la première fois, je le crois du moins, une explication satisfaisante. Le gaz subit un frottement au passage de l'orifice, et ce frottement, si la vitesse d'écoulement est assez grande, suffit à imprimer au courant de gaz le mouvement vibratoire qui produit le ronflement. C'est parce que telle est la véritable cause du ronflement, qu'une force infiniment petite, agissant sous forme de vibrations de période appropriée, peut produire un effet équivalent à une augmentation considérable de pression. L'augmentation de pression est, dans le fait, un moyen grossier de produire le ronflement d'une flamme ». (« Le son », p. 256.)

Cependant BOUTY, BROWNS (5) (6) (9) (10) ont montré que la flamme quand elle ronfle ne présente aucune périodicité régulière. Par conséquent l'explication de TYNDALL ne peut plus se soutenir.

Le premier assistant de TYNDALL, W. F. BARETT avant de se raccorder à l'explication de TYNDALL suppose que le son produit par résonance des vibrations dans le tube et dans le bec qui amènent le gaz, résonance qui fait vibrer le gaz surtout vers les bords du tube et du bec, comprimant ainsi le gaz vers le milieu du tube et ainsi le gaz sort avec une vitesse plus grande et la flamme est ainsi mise dans l'état de ronfler et de se déformer.

Lord RAYLEIGHT (20) était le premier à constater que la flamme réagit dans des ondes stationnaires non aux nœuds mais aux ventres. La flamme est donc un « *récepteur de vitesse* ».

Les mouvements périodiques qui prennent naissance à la base de la flamme, semblent provenir de deux facteurs : 1° les mouvements oscillatoires de l'air produits par le son donnent une impulsion périodique à la base de la flamme, impulsions qui montent avec les gaz dans la flamme (TUFTS (26), ZICKENDRAHT (31) (32)). 2° Ces mêmes mouvements oscillatoires amenant périodiquement l'air dans la flamme, la combustion des gaz se fait périodiquement.

BOUTY en 1895 donne une explication de la flamme sensible, uniquement en se basant sur la combustion des gaz : « Dans une flamme sensible, prête à ronfler, il y a une région à partir de laquelle le mélange de gaz et d'air se fait d'une manière irrégulière. Des portions très petites de mélange inflammable peuvent ainsi échapper à la combustion immédiate et s'enflammer plus haut, ou ne pas s'enflammer du tout. La production du son facilite l'explosion d'un mélange, si la période du son est suffisamment voisine de celle du bruit explosif ».

Cette hypothèse explique en même temps que la flamme est sensible pour des sons de plus en plus aigus, qu'il n'y a pas de limite. Le son produit par la détonation d'un mélange explosif est d'autant plus aigu que la masse du mélange est plus petite et il n'y a pas de limite à la petitesse des masses des gaz mêlées accidentellement dans la flamme. Au contraire, la présence de grandes masses de gaz ayant échappé à la combustion est impossible et il en résulte une limite inférieure pour l'acuité, limite d'autant plus basse que la pression du gaz est plus faible et l'orifice d'émission plus large. « On constate en effet que pour un même orifice, la limite inférieure de l'acuité des sons qui impressionnent la flamme s'abaisse quand la pression s'élève et que pour une même pression, elle est plus basse avec les orifices larges ». (E. BOUTY, (5).)

L'explication de BOUTY par la combustion ne saisit probablement pas la totalité du phénomène étant donné qu'un jet de gaz non allumé est sensible au son également.

Le phénomène du jet de gaz non allumé met en évidence également que la chaleur ne joue qu'un rôle secondaire dans la flamme sensible.

H. ZICKENDRAHT (32) (33) admet l'intervention de deux facteurs que nous avons cités : les mouvements vibratoires de l'air qui donnent à la base de la flamme une impulsion rythmique et les phénomènes de combustion rythmés. En plus il constate que quand la flamme est au repos (lorsque le tube d'écoulement est en forme d'ellipse) à sa base on voit nettement le noyau froid central entouré de chaque côté d'une zone éclairante (fig. 5). Lorsque le son agit, *ces deux zones se contractent* (avec mouvement oscillatoire en même temps) et se rencontrent à une certaine hauteur au-dessus de la flamme pour donner naissance à la surface perpendiculaire à la base de la flamme. Il arrive se basant sur les phénomènes de la flamme ronflante que « chaque action

tourbillonnante des jets de gaz qui quittent l'orifice, crée des forces qui doivent contracter les deux moitiés du jet ».

Cependant un point central doit intervenir dans l'explication de la flamme sensible : la flamme doit être près de l'état de ronfler, c'est-à-dire que le jet de gaz est sur le point de passer d'un mouvement laminaire à un mouvement tourbillonnaire. Or, les explications que nous avons examinées jusqu'à présent ne tiennent pas compte de ce fait. Elles ne peuvent donc pas saisir le phénomène dans sa totalité. G. B. BROWNS (9) rend attentif à la vitesse critique de REYNOLD, vitesse nécessaire pour qu'un mouvement laminaire se transforme en mouvement tourbillonnaire. Il faut que la vitesse du gaz sortant de l'orifice soit supérieure à $\frac{K}{r} \cdot \frac{Y}{\varsigma}$ où K est le nombre de REYNOLD égal à environ 1.200; r le diamètre de l'orifice, Y la viscosité du gaz et ς sa densité. Pour un jet de gaz donné, la vitesse pour que la turbulence se produise dépend donc uniquement de la viscosité cinématique $\frac{Y}{\varsigma}$ et augmente avec ce facteur. Si donc la sensibilité d'une flamme est fonction de l'état tourbillonnaire du gaz (pour un orifice donné $r = Ct$), comme d'autre part, plus la vitesse du jet augmente plus la flamme est sensible aux fréquences élevées, la flamme doit être sensible pour des fréquences plus élevées pour $\frac{Y}{\varsigma}$ grand. ($v > \frac{K}{r} \cdot \frac{Y}{\varsigma}$). D'après ces considérations un jet de gaz d'éclairage est sensible pour des fréquences plus élevées qu'un jet d'air, car les densités sont comme environ 1 à 2 et les viscosités comme 2 à 3; ce qui est confirmé par l'expérience.

D'autre part la formule $v > \frac{K}{r} \cdot \frac{Y}{\varsigma}$ indique que pour un certain gaz donné la vitesse critique de REYNOLD est inversement proportionnelle au diamètre r de l'orifice. Donc plus r devient grand, plus la flamme doit devenir insensible aux sons aigus, ce fait est également confirmé par l'expérience.

En étudiant les phénomènes se produisant à l'orifice, ZICKENDRAHT (32) constate (avec la « Schlierenmethode » de TOEPLER) qu'au moment où la flamme est excitée, le noyau central froid du gaz sortant subit une contraction (fig. 5). D'autre part il trouve, après avoir mesuré la vitesse d'écoulement du gaz, que dans ses flammes la vitesse critique de REYNOLD n'est pas atteinte et l'écoulement du gaz sortant, au moment où la flamme est sensible, serait encore laminaire. Il conclut : « *Ainsi la question, si l'effet acoustique des flammes sensibles repose vraiment dans les phénomènes limites entre courants laminaires et tourbillonnaires, reste encore ouverte.* »

Nous voyons donc que l'explication du phénomène de la flamme sensible est loin d'être résolue.

V. — Interprétations mathématiques du phénomène.

Nous avons déjà vu les considérations de G. B. BROWNS sur la vitesse critique de REYNOLD.

Se basant sur l'observation que les deux zones de gaz entourant le noyau central froid à la sortie de l'orifice s'attirent lorsque la flamme est soumise à l'influence d'un son et sont le siège d'oscillations (produits par les oscillations de l'air et par des combustions périodiques) ZICKENDRAHT (32) donne une *théorie de la flamme sensible* en émettant l'hypothèse que les deux zones sont dues à des forces d'attraction ou de répulsion qui cherchent à les rapprocher l'une de l'autre. Déjà C. A. BJERKNESS (11) en 1863 dans sa théorie sur les actions hydrodynamiques à distance avait montré que deux volumes d'un liquide qui se meuvent avec la même fréquence ou qui sont le siège de pulsations de volumes de même fréquence $\frac{dV}{dt}$ s'attirent ou se repoussent suivant leur phase. Elles s'attirent quand elles sont en phase et se repoussent quand elles sont en opposition. V. HARDUNG (14) a pu démontrer expérimentalement l'existence de ces forces de BJERKNESS dans la flamme sensible et ainsi d'après ZICKENDRAHT « il n'y a plus de doute que la contraction des deux moitiés de la flamme sous l'influence du son est à ramener aux « forces de BJERKNESS ». ZICKENDRAHT a attaqué alors le problème de la façon suivante : En remplaçant les ondulations ainsi que l'oscillation due à la combustion par une oscillation de volume

$$V = V^0 + A \sin \omega t$$

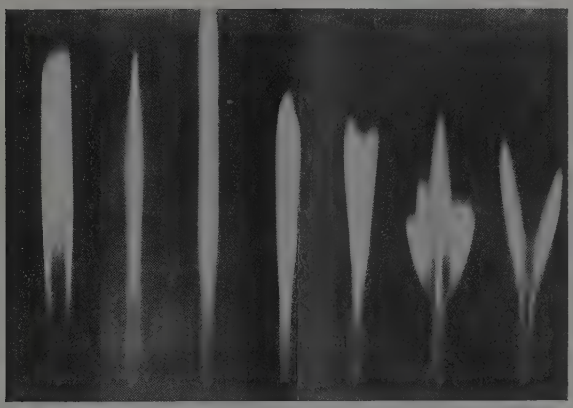
et qu'on suppose deux volumes V de gaz à la base de la flamme distantes de r, on a pour la force de BJERKNESS :

$$K = \frac{\varsigma}{4\pi r^2} \left(\frac{dV}{dt}\right)^2$$

Comme $\frac{dV}{dt} = kA \cos \omega$ il vient :

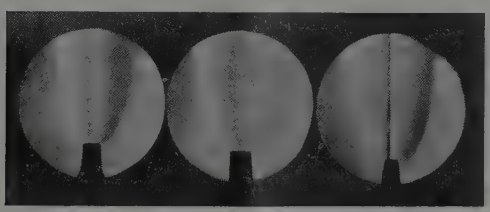
$$K = \frac{\varsigma K^2}{4\pi r^2} \omega^2 A^2 \cos^2 \omega t.$$

Il faut donc que la bande de gaz de la base de la flamme se contracte deux fois par période sous l'influence d'un son de période $\omega = 2kn$ et doit former deux « surfaces de flammes »; la sensibilité de la flamme au son doit dépendre du carré de $J = \omega A$.



a *b* *c* *d* *e* *f* *g*

Fig. 3. — Aspect de la flamme sensible. *a* et *b* flamme sans son, côté large et vue de côté. *c*, *d*, *e*, changement de la forme extérieure par les voyelles I, O, A, *f*, *g*, changement de la forme extérieure par le son d'une flûte, respectivement par le son d'un diapason. Longueur totale de la flamme sans son 30 cm



a *b* *c*

Fig. 5. — Aspect de la flamme près de l'orifice, d'après la « Schlierenmethode ».

a) flamme sans son. Le jet froid du gaz, diam. 1,69 mm. sortant de l'orifice se distincte très nettement de la zone de combustion elliptique.

b) flamme sans son ; côté large, diam. du jet froid 3,12 mm.

c) même flamme que *b*, vue de côté, jet axial 1,81 de diam., se concentrant vers en haut pour se résoudre en tourbillons.

Figure extraite de H. Zickendraht : « Uber schallempfindliche Flammen » Helvetia Physica Acta, 7,786, 1934).

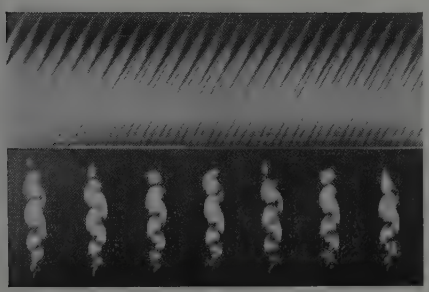
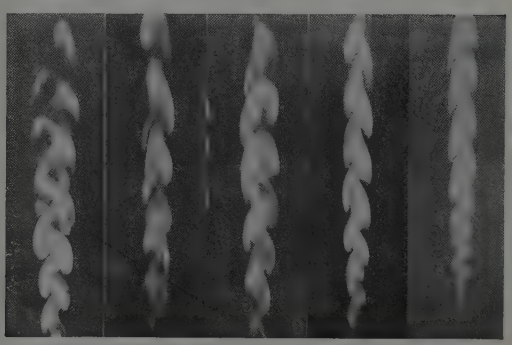
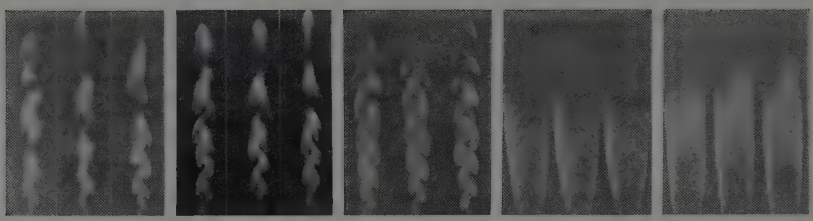


Fig. 6. — *En haut* : flamme sensible dans le miroir tournant ; *en bas* : prises instantanées (cinématographie) de la flamme influencée par le même son.



a *b* *c* *d* *e*

Fig. 7. — Influence du timbre d'un son sur la forme de la flamme. Son de fréquence 256 donné par différents instruments : *a*) tuyau d'orgue ; *b*) violon bien joué ; *c*) violon, son impur ; *d*) flûte ; *e*) cor de chasse.



N = 64 128 256 512 1024

Fig. 8. — Influence de la hauteur du son sur la forme de la flamme (sons de fréquences différentes d'un tuyau d'orgue

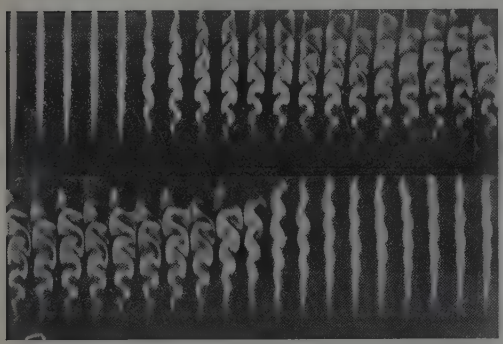


Fig. 9. — Commencement et fin d'un son de tuyau d'orgue. La distance entre deux images de flammes correspondant à 1/100 sec

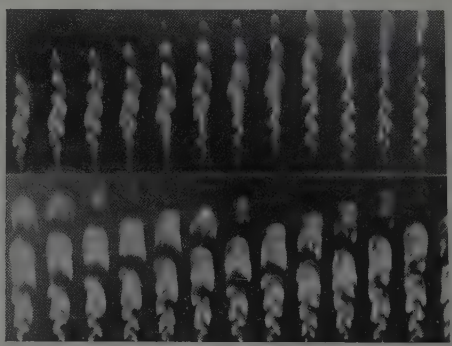
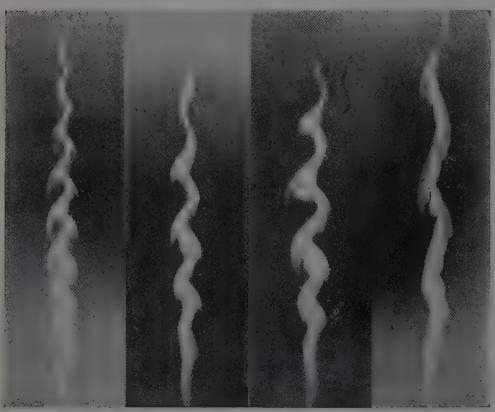
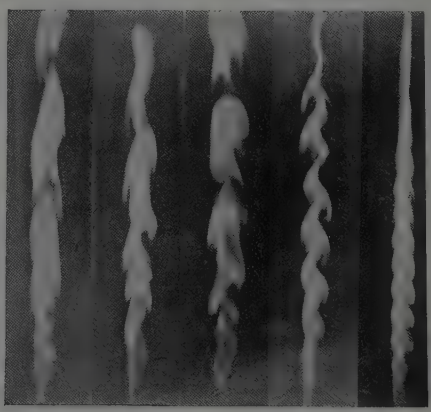


Fig. 10. — Influence d'accords sur la forme de la fl
En haut, accord do' — ré' ; *en bas*, accord do' — so



a *b* *c* *d*

Fig. 11. — Influence du timbre sur la forme de la flamme. *a*) son d'un diapason (435 H) ; *b*) son de bouteille ; *c*) même son, plus intense, avec bruits accessoires ; *d*) son de diapason (128 H) avec harmonique.



A E I O U

Fig. 12. — Voyelles.

Avec des sons d'intensité moyenne ZICKENDRAHT a constaté la formation des deux « surfaces de flamme » par période. Avec des sons intenses les phénomènes changent et un « effort redresseur » intervient qui complique les phénomènes. Dans ce cas, il faut remplacer l'oscillation de volume $\frac{dV}{dt}$ par une oscillation assymétrique et calculer d'après cette dernière la force de BJERKNESS de façon à avoir par période une contraction forte et faible (effet redresseur).

Dans cette théorie de ZICKENDRAHT il reste encore à vérifier que la sensibilité dépend du carré de la « Schallschnelle » $I^2 = \omega^2 A^2$. Puis il n'intervient nullement la *condition essentielle* pour le fonctionnement d'une flamme sensible, le fait que l'écoulement du gaz est à la limite d'un état laminaire pour passer à un état tourbillonnaire, c'est-à-dire que la flamme doit être près de l'état de ronfler. Il manque donc une condition expérimentale essentielle dans cette théorie.

VI. — Applications de la flamme sensible.

Les applications pratiques de la flamme sensible sont extrêmement nombreuses. La flamme suivant fidèlement et sans inertie le mouvement vibratoire d'un son, peut être employée par l'intermédiaire du miroir tournant, du stroboscope, du cinématographe (SCHILLER) ou de la méthode des anneaux de MARBE (18) pour la mesure des fréquences des sons et même des ultrasons (Article de SCHAEFER dans « TIGERSTEDT », Handbuch der Physik).

La flamme étant un récepteur de vitesse permet également de mesurer la longueur d'ondes stationnaires. Elle permet de déceler des sons de différence et de combinaison (SCHMIDT (23), NEVRENEUF (19), WAETZMANN (29)).

La flamme sensible permet également d'analyser des sons complexes et la voix humaine par l'étude des différentes formes que ces complexes donnent à la flamme. Presque tous les auteurs ont employé à cet effet le miroir tournant. Une analyse plus complète et plus détaillée a été donnée par la méthode des prises instantanées successives (cinématographie de la flamme) de P. E. SCHILLER (22). Les photographies de cet auteur montrent que chaque son possède une forme caractéristique, dont les détails sont déterminés par son timbre. « Le nombre de ces éléments de forme est naturellement identique avec la fréquence ». SCHILLER a étudié l'analyse de différents sons, instruments de musique et de la voix humaine (voyelles et phrases parlées). Les figures 6-12 rendent compte de la richesse des formes que la flamme peut prendre sous l'influence de ces sons et complexes de sons.

Cette méthode — qui permet également l'observation subjective de la flamme (22 *a*) — est donc un moyen élégant, simple et rapide pour permettre l'analyse quantitative et qualitative d'un son.

Fig. 13.

La flamme sensible réagit également sur des champs électrostatiques alternatifs; il suffit d'introduire un fil électrique dans la flamme et de relier l'autre au tube d'écoulement du gaz (fig. 13). « Des champs électriques alternatifs influent la flamme sensible dans le même sens que des champs alternatifs aérodynamiques (son) » ZICKENDRAHT (32). Elle peut servir ainsi à mesurer des fréquences électriques sans intermédiaire de téléphone ou de haut-parleur, c'est-à-dire sans intermédiaire d'un milieu déformant ou ayant une inertie. Elle peut servir également comme redresseur de courant (ZICKENDRAHT, Z. CARRIÈRE (35).

Des expériences qui me sont personnelles ont montré qu'il n'est pas nécessaire d'introduire le fil *a* dans la flamme même, il suffit de le rapprocher — en face du point sensible de la flamme — jusqu'à une distance de quelques millimètres. Ce fait a l'avantage de ne pas gêner le fonctionnement régulier de la flamme par l'introduction d'une masse créant des perturbations dans le jet de gaz.

Ainsi avec un oscillateur électrique à lampe (36, 37), — circuit classique — j'ai pu déceler, en prenant le courant sur les bornes d'un transformateur de sortie, des fréquences électriques variant entre 20 et plusieurs milliers par seconde (au delà de 30.000).

On voit que la flamme sensible offre un vaste champ de recherches, tant pour l'élucidation du phénomène en lui-même, que pour les applications pratiques.

Nous voudrions à cet endroit remercier particulièrement M. P. E. Schiller pour son aimable autorisation de reproduire ici quelques-unes de ses photographies (fig. 3, 6-12) prises d'un travail inédit[1].

Erwin Heintz,
Institut de Physique Biologique,
Faculté de Médecine, Strasbourg.

(1) Le travail de P.-E. Schiller a paru pendant l'impression : Untersuchungen an der freien, Schallempfurdhchen Flamme. *Akutische Zeitschrift, 3*, 36, 1938.

BIBLIOGRAPHIE

1. Arndtsen (A.) : « Akustische Notiz » *Pogg. Ann.* 104, 496, 1858.
2. Barett (W F.) : « Note on sensitive flames » *Phil. Mag.* 33, 216, 1867.
3. Barett (W. F.) : « On sensitive flames »: *Phil. Mag.* 33, 287, 1867.
4. Barett (W. F.) : *Nature*, 11, 129, 1874 et 16, 2, 1877.
5. Bouty (E.) « Sur des flammes sensibles ». *C. R.* 120 1260, 1895 et *ibid.* 122, 372, 1896.
6. Bouty (E.) : « Sur des flammes sensibles ». *Journ. de Phys.* 4, 401, 1895
7. Barry (P) : *Nature*, 5, 50.
8. Brandstaetter (F) : *Zts. f. Unterricht* 8, 162.
9. Browns (G B.) : « On sensitive flames ». *Phil. Mag.* 13, 161, 1932.
10. Browns (G. B.) : « New records of sound waves from a vibrating flame ». *Phys. Rev.* 33, 442, 1911.
11. Bjerkness (V.) : « Die Kraftfelder ». Sammlung « Die Wissenschaft » Heft 28, Vieweg Braunschweig, 1909, p. 23 et suiv.
12. Geyer : *Phil. Mag.* 43, 476.
13 Govi (G.) : *Morides* 25, 360.
14. Hardung (V.) : « Zum hydromechanischen Mechanismus der schallempfindlichen Flamme ». *Helvetia Physica Acta*, 7, 804, 1934.
15. Hopkins : *Nature*, 17, 367 et *ibid.* 19, 222.
16. Jordan and M. C. Cloung : *Proc. Roy. Soc. Canada*, 18, 197, 1924.
17. Lecomte : *Phylosophical Magazine*, mars 1858, p. 235.
18. Marbe : *Phys. Ztschr.* 8, 92 et 415, 1907.
19. Neyseneuf (V.) : « Sur quelques expériences d'acoustique ». *Journ. de Phys.* 9, 280, 1880 et *ibid.* 10, 127, 1881.
20. Rayleight (Lord) : « Acoustical Observations ». *Phil. Mag.* 149, 1879 et *ibid.* 13, 340, 1882.
21. Schaffgotsch (F. G.) : « Uber eine Erscheinung bei plötzlich, aber schwach geändertem Luftdruck ». *Pogg. Ann.* 1857, I, p. 650.
22. Schiller (P. E.) : *Die Naturwissenschaften*, 18, 352, 1930.
22*a*. Schiller (P. E.) : « Stroboskop für aperiodische Vorgänge », Ztschr. f. techn. Phys. 1937, p. 332.
23. Schmidt (N.) : Die empfindliche Flamme als Hilfsmittel zur Bestimmung der Schwingungszahle hoher Töne ». *Diss. München*, 1902.
24. Sutherland : *Nature*, 108, 533, 1921.
25. Schaefer (K. L.) : « Uber eine einfache Methode zur Erzeugung akustisch empfindlicher Leutchtgasflammen ». *Ann. de Phys.* 48, 109, 1915.
26. Tufts (F. L.) : « A study of the action of sounded waves ou unignited jets of gaz ». *Phys. rev.* 14, 57, 1902.
27. Tyndall (J.) : « On soundung and sensitive flames ». *Phil. Mag.* 33, 92, 1867.
28. Tyndall (J) : « Le son ». Cours expérimental. Traduit par l'Abbé Moigno Paris, Gauthier-Villars 1869.
29. Waetzmann (E.) : « Die Resonanztheorie des Hörens », p. 30, 112, et 121, Vieweg Braunschweig, 1912.
30. Weinbold (A.) : « Herstellung sensitiver Flammen ». *Pogg Ann.* 1869, 1, 333.
31. Zahradnick *Phys. Ztschr.* 30, 555, 1929.
32. Zickendraht (H.) : « Uber schallempfindliche Flammen ». *Helvetia Physica* Acta, 5, 317, 1932 et *ibid.* 7, 773, 1934.
33. Zickendraht (H.) : « Uber eine neue hydrodynamische Theorie der schallempfindlichen Flammen », *Helvetia Physica Acta* 7, 470, 1934.
34. Carrière (Z.) : Flammes sensibles. *Revue d'acoustique* 3, 121, 1934.
35. Carrière (Z.) : « Modulation des forces électromotrices par flammes variables », *Revue d'acoustique* VI, 24, 1937 et V, 112. 1936.
36. Heintz (E.) : « Flammes sensibles » (Démonstration)- C. R. Réun. Phys Biol. de Strasbourg. 8 juillet 1936 (*Arch. Phys. Biol.* XIII, 191, 1936).
37. Heintz (E.) : « Présentation d'un oscillateur ». C. R. Réun. Phys. Biol. de Strasbourg. 19 mars 1937 (*Arch. Phys. biol.* XIV, N° 1-2, 107, 1937).

LA MICROBIOLOGIE ET SES MÉTHODES

RÉFLEXIONS CRITIQUES

William James a dit fort justement que nous sommes des paquets ambulants d'habitudes. Nous obéissons, en nos actes et en nos pensées, à un entraînement machinal.

« Suivant toute la force du terme français, nous nous faisons aux choses, nous habitons un certain coin de la nature et de la société, à la manière naïve, confortable, ignorante et animale dont nous habitons notre propre corps, et quand on nous invite, par une question directe ou une fausse interprétation, à rendre compte de tel ou tel de nos actes, nous éprouvons le même genre de désarroi ou de scandale que si l'on nous demande de justifier notre œil ou notre nez. »[1].

1. Paul Claudel : L'Oiseau noir dans le Soleil Levant. Editions N.R.F., p. 12.

Mais il est des jours où l'on pense à contre-courant pour le seul plaisir de briser avec l'affligeante routine.

C'est au cours de telles réflexions fantaisistes que j'ai cru apercevoir dans les conceptions usuelles de la bactériologie médicale diverses singularités. Je voudrais relater ici mes étonnements, non sans faire remarquer que, pour voir les choses comme elles sont, il faut les dépouiller de leurs apparences conventionnelles et les considérer en toute naïveté dans leur plus simple appareil.

Si l'on feuillette un précis de bactériologie, on voudra bien noter qu'il propose pour l'étude d'un genre quelconque l'application d'une seule et unique méthode qui se résume en quatre opérations principales : l'examen direct à l'aide du microscope; la mise en culture; la recherche des quelques réactions dites biochimiques; et enfin l'étude de la maladie expérimentale.

Suivons donc le guide suivant l'usage, nous réservant de produire en temps opportun des observations critiques.

L'examen microscopique direct.

L'examen direct se pratique en observant au microscope les bactéries à l'état naturel, ou après fixation et coloration.

Cette observation a pour résultat de fournir des renseignements sur la forme allongée, sphérique, onduleuse ou spiralée des bactéries, sur leurs dimensions, leurs affinités tinctoriales (coloration de Gram, coloration de Ziehl), leur revêtement capsulaire ou cilié, leur faculté de sporulation, et enfin leur mode de groupement : dispersion par unités distinctes, ou association par deux (diplo), par quatre (tétrades), en amas irréguliers, en chaînettes, etc.

Des examens successifs pratiqués sur les mêmes germes, développés sur divers milieux, permettent de noter des changements de formes correspondant à ces variations, modifications provoquées aussi, parfois, par le vieillissement.

Remarquons, en passant, que la grandeur des objets examinés ici appartient à l'ordre de grandeur du millième de millimètre; c'est cette unité qui est généralement utilisée pour la mesure des dimensions bactériennes.

Telles sont à peu près les seules informations, d'ailleurs peu substantielles, que procure l'examen direct. Aussi, tournons la page.

II. — Culture.

La mise en culture a pour objet de provoquer la multiplication des microbes en facilitant leur développement spontané.

On y parvient aisément en leur fournissant des aliments appropriés et une température convenable.

Les milieux de culture sont constitués par des substances nutritives liquides (bouillon, eau peptonée, lait) ou figées par incorporation à leur masse d'un ingrédient (gélose ou gélatine) qui se gonfle des mêmes substances et fait prise.

On peut d'ailleurs accroître et modifier la richesse nutritive de ces milieux par l'adjonction de substances diverses (glycérine, sucres, albumines).

Ces milieux préalablement stérilisés sont évidemment dépourvus par ce moyen de tout germe étranger.

Après ensemencement et séjour à l'étuve, les microbes se développent d'une façon discrète ou exubérante. On note alors qu'il se produit en milieu liquide (bouillon par exemple) un trouble uniforme ou un voile superficiel ou encore des grumeaux flottant en suspension; sur milieu solide, on note l'apparition d'une tache plus ou moins saillante, transparente ou opaque, incolore, blanche ou pigmentée, présentant à jour frisant un aspect humide et gras ou, au contraire, une apparence sèche et écailleuse. Cet ensemble flottant ou cohérent constitue la culture, c'est-à-dire une accumulation de microbes. Il ne s'agit plus, comme précédemment, d'un individu ou de plusieurs individus peu nombreux, mais bien d'un amas, d'une foule, d'une population. Ce que nous saisissons à l'œil nu, c'est un ensemble.

Remarquons que notre observation ne porte plus sur le même objet à l'état simple; nous avons changé l'ordre de grandeur; l'unité appropriée aux dimensions du microbe était le millième de millimètre; ici, c'est le centimètre, une grandeur 10.000 fois supérieure. Nous considérons maintenant les propriétés d'un groupe composé sans doute des éléments de même sorte, mais multipliés au point d'être perceptibles à l'œil nu et de revêtir une livrée propre à chaque espèce. On distingue ainsi fort aisément les « colonies » de streptocoques, de staphylocoques, de bacilles de la tuberculose et d'un grand nombre de germes naturellement pigmentés (prodigiosus, etc.). Mais, par contre, beaucoup d'autres — et non des moindres — ne présentent aucune particularité marquante; leur identité se dissimule sous les apparences d'un enduit banal et anonyme, véritable pâte d'êtres d'où sont bannies les distinctions élémentaires.

En somme, ce procédé d'identification par culture équivaut à substituer à l'examen d'un individu celui d'une foule; on néglige le grain de sable et l'on considère la plage; on ne voit plus la

goutte d'eau, mais le brouillard, le nuage ou même l'océan. On substitue un phénomène à un autre.

Et avec ces ensembles apparaissent évidemment des propriétés nouvelles; la forêt cache les arbres, les hordes dissimulent les individus; et la goutte d'eau habituellement soumise aux forces capillaires, subit, dans l'océan où elle se perd, l'action des forces cosmiques exprimées par l'agitation des marées ou de la houle. L'individu microbe disparaît dans la masse de ses congénères, comme le mouton dans le troupeau, comme le poisson, la sauterelle ou l'oiseau dans l'amas que leur rassemblement compose. Le microbe et la culture sont deux apparences évidemment différentes.

Je sais bien que le bactériologiste éprouverait une extrême difficulté à limiter son observation à l'étude d'un seul microbe; de même que le physicien ne peut suivre l'évolution d'un atome; dans l'un et l'autre cas, on observe des masses, dont l'étude numérique s'accomplit par l'emploi des méthodes statistiques et par le calcul des probabilités.

Ce qu'il faut retenir, c'est qu'il y a eu substitution de phénomènes et que l'ordre de grandeur des faits observés a été modifié. En bonne logique et suivant une méthode correcte il eût été convenable d'informer le lecteur qu'on lui faisait exécuter ainsi un gigantesque saut périlleux.

III. — Recherches biochimiques.

L'observation des cultures induit le bactériologiste à rechercher les modifications subies par les substances sur lesquelles le microbe se développe. Curiosité très raisonnable; car la nutrition n'est évidemment qu'une suite d'opérations au cours desquelles l'être vivant et le milieu échangent des groupements moléculaires ou des atomes; au terme de ces opérations, le microbe s'est multiplié et a accru d'autant la masse de la colonie qu'il compose. Mais ces échanges sont extrêmement complexes. Il serait plus utile, sans doute, de les étudier dans le détail; c'est même cette étude qui constituerait la véritable bactériologie. En raison des difficultés de l'œuvre et de l'impéritie des ouvriers on s'est contenté de mettre en évidence quelques réactions simples jugées, à tort ou à raison, essentielles.

C'est, par exemple, la faculté des microbes de se développer au voisinage de l'air extérieur ou de fuir son contact, qualité qui classe les bactéries en aérobies ou anaérobies. C'est encore leur pouvoir de disloquer telles ou telles molécules sucrées en libérant un acide que trahit aussitôt le virage du tournesol. C'est leur action désintégrante sur les albumines et sur tels acides aminés mettant en liberté le noyau indolique (qu'une réaction colorée simple met en évidence) ou détachant un atome de soufre, aussitôt engagé dans la noire combinaison du sulfure de plomb.

Ces réactions très peu nombreuses sont celles que le bactériologiste pratique habituellement et classe sous le nom de réactions biochimiques. Elles représentent une infime partie de celles qu'il y aurait lieu de pratiquer pour établir sur des bases solides les propriétés des groupes bactériens. Elles ne retiennent, en somme, que les opérations les plus grossières, celles que chacun peut observer ou provoquer. Elles permettent de distribuer d'emblée des bactéries en très vastes groupes élémentaires dont la classification satisfait le simple et l'ignorant.

IV. — Etude de la maladie expérimentale.

Ici la bactérie n'est plus étudiée pour elle-même, ni pour les connaissances que peut livrer l'observation de ses puissances expérimentalement sollicitées; on recherche seulement les caractères de la maladie qu'elle engendre ou qu'elle est censée provoquer, et ce, aux fins d'une thérapeutique prochaine.

On ouvre ainsi un chapitre de pathologie expérimentale sur le compte duquel il convient de s'expliquer.

Remarquons d'abord que l'étude de la maladie ne donne aucune indication sur les caractères de la bactérie et n'en peut donner. On s'est étrangement abusé à ce sujet.

Une maladie exprime une réaction d'un organisme à des excitations qui troublent l'état d'équilibre de ses forces ou qui introduisent une modification au régime permanent de ses fonctions; c'est donc la manifestation de l'effort accompli pour restaurer cet équilibre et ce régime. Tant y a que la bactérie disparaît — ou peu s'en faut — dans la réaction pathologique et que celle-ci n'exprime que les puissances de l'organisme et nullement les qualités de l'agent bactérien.

D'ailleurs chacun sait que le masque pathologique créé par le microbe est commun à beaucoup d'entre eux parce que la spécificité de leur nature n'entre pas en jeu dans ces réactions que composent seules les propriétés de l'organisme considéré.

Ce serait vraiment s'abuser que de chercher à connaître un objet par le reflet d'une image d'où cet objet est exclu. On ne saurait demander à un miroir de réfléchir d'autres rayons que ceux qu'il reçoit, et l'on ne peut exiger d'un organisme, sollicité à rétablir son équilibre, qu'il montre d'autres puissances que celles qu'il tient de sa nature même.

C'est donc un leurre que de vouloir parfaire la

physionomie d'une bactérie par l'étude de la maladie qu'elle provoque. Il y a erreur de méthode, car on ne poursuit plus les mêmes recherches; sous le couvert de la bactériologie, on étudie tout autre chose.

D'autre part, il faut observer, que la maladie expérimentale — celle que l'on provoque par inoculation — est souvent très différente de la maladie naturelle. Chacun sait qu'on ne peut, à son gré, provoquer chez l'animal le développement d'une pneumonie ou d'une fièvre typhoïde; on obtient des septicémies ou des abcès localisés, mais jamais l'une ou l'autre de ces affections.

C'est donc une erreur absolue de considérer la maladie expérimentale comme l'une des qualités de la bactérie; cette qualité ne lui appartient pas. Sous le couvert de cette confusion on étudie un autre phénomène. L'erreur est foncière et doit être réparée. Malheureusement elle est fortement enracinée dans les usages, et il sera très difficile d'en faire admettre la réalité.

On ne s'est pas borné à réaliser la maladie expérimentale et à en décrire les formes, variables avec la porte d'entrée du germe, c'est-à-dire avec la voie d'inoculation. On a recherché s'il existe dans les humeurs et spécialement dans le sérum des animaux un agent qui, créé de toute pièce à cette occasion, facilite la lutte antimicrobienne en jouant le rôle d'arme ou d'armure. On l'a trouvé, cet agent, sous les apparences d'une propriété (je n'ose dire d'une substance) qui tend à dissoudre ou à coaguler les bactéries et, en tout cas à annihiler leur action funeste. La présence de cet « anticorps » va désormais servir à deux fins : elle aidera au diagnostic par la supposition que toute bactérie susceptible d'être détruite par l' « anticorps » appartient à la famille bactérienne contre laquelle l'organisme a réagi par cette production; et elle aidera à la thérapeutique, en procurant aux malades à qui on injecte ce sérum des moyens de résistance fabriqués « en confection » par un tiers, taillable et corvéable à merci.

Ainsi se sont développées les études relatives au sérodiagnostic et à la sérothérapie.

Que ces méthodes soient extrêmement intéressantes, nul n'en doute; qu'il y ait lieu d'en tirer parti et profit, c'est évident. Mais qu'elles apportent quelque clarté nouvelle sur la bactérie en cause, il le faut nier énergiquement.

Il y a lieu d'ajouter, d'autre part, que l'étude des maladies expérimentales a provoqué des interprétations erronées ou incorrectes que le langage courant a conservées et définitivement adoptées.

La première de ces notions est relative à la virulence. Ce mot exprime un rapport entre deux termes : le germe et l'organisme. On dit que la virulence est grande quand l'organisme est facilement habitable par le germe; elle est faible ou nulle dans le cas contraire. Malheureusement le langage médical usuel attribue à la virulence un caractère absolu comme s'il s'agissait d'une qualité physique de couleur ou de poids. Il en est de la virulence comme de l'éclat d'un fil dans une lampe électrique; la « brillance » nécessite le fil, mais aussi le courant.

D'autre part, on se refuserait à dire qu'un organisme vacciné est virulent pour les germes qui ne peuvent vivre dans ses humeurs. Et cependant cette narration des faits dans un langage « symétrique » serait exacte. Mais nous aimons à parler en maîtres de la création et à raconter les événements sous forme anthropocentrique. « Nous sommes tous faits, au dire de Fontenelle, comme un certain fou athénien qui s'était mis dans la fantaisie que tous les vaisseaux qui abordaient au port du Pirée lui appartenaient. Notre folie, à nous autres, est aussi de croire que toute la nature, sans exception, est destinée à nos usages; et quand on demande à nos philosophes à quoi sert ce nombre prodigieux d'étoiles fixes dont une petite partie suffirait pour faire ce qu'elles font toutes, ils nous répondent froidement qu'elles servent à leur réjouir la vue ».

La seconde motion est relative aux toxines. On sait que certains germes ne déterminent pas d'action pathogène par eux-mêmes, mais par l'intermédiaire d'une sécrétion nocive. Maurice Nicolle considérait les toxines comme des diastases du second degré. On pourrait dire encore que ce sont des diastases « à l'octave supérieure ». Les premières, les vraies attaquent et détruisent la matière organique; les secondes rompent les liens ténus de l'organisation et des structures.

Parmi les toxines les plus banales figurent la diphtérique et la tétanique, mais il en est bien d'autres. Et d'ailleurs, sous ce nom, sonnant aussi clair que le mot « virulence », on désigne une substance dont c'est la qualité d'être nuisible. Or, chacun sait (qui, du moins, veut savoir), que la toxine diphtérique est inoffensive pour les rats; que la toxine cholérique n'agit pas sur les caïmans; que la toxine tétanique est admirablement supportée par la grenouille verte, du moins à sa température habituelle; mais qu'il suffit d'élever cette température à 30° pour déterminer un tétanos mortel. Les marmottes et les chauves-souris sont insensibles à la toxine tétanique pendant leur sommeil hivernal alors qu'elles redeviennent sensibles pendant leur période de vie active. Et l'on peut rappeler enfin que les scorpions, les arai-

gnées, certaines larves d'insectes et les poules y sont réfractaires.

Ainsi voilà un poison qui n'empoisonne pas ou du moins n'empoisonne pas toujours. Et l'on continue à l'appeler poison. C'est évidemment une erreur de dénomination. On pourrait considérer que je cherche là une mauvaise querelle. Mais les mots ont leur prestige et pas toujours judicieux. Rappelons-nous le proverbe arabe : « Le mot que je n'ai pas prononcé est mon esclave; celui que j'ai prononcé est mon maître ». Il n'en saurait être fait d'application plus exacte.

Les réflexions précédentes mettent en évidence les imperfections d'une méthode. Peut-être convient-il de rectifier celle-ci, en élargissant ses cadres jusqu'à la réalisation d'une bactériologie générale. Les applications médicales de cette discipline, véritables recettes pour l'art du guérir, s'en déduiraient très aisément et aux moindres frais.

Il faut tout d'abord remarquer que les bactéries se distinguent des êtres vivants de grandeur habituelle par leur très petites dimensions. Qu'on réfléchisse, en effet, que la grandeur minima des organismes vivants oscille autour du millionième de centimètre, tandis que le champ d'action des molécules atteint le dix-millionième de centimètre, et le champ d'action des atomes le cent-millionième.

Les organismes vivants les plus réduits se situent dans la même zone du cosmos que les molécules et les atomes. On sait, d'autre part, que les microbes n'atteignent pas la limite inférieure de la ténuité : les dernières micelles visibles à l'ultramicroscope sont de l'ordre du $\frac{1}{100}$ de μ (5 à 6 unités de cet ordre) et les ultra-microbes, constitués par ce qu'on a appelé le bactériophage, atteignent 2 à 3 unités du même ordre. Il en résulte que la vie, réduite à ces dimensions infimes, n'est séparée des dimensions des molécules (ou de leur champ d'action) que par un faible intervalle.

Les très petits organismes sortent donc du champ habituel de la gravitation qui ne les atteint pas; ils vivent dans le champ des forces moléculaires. Ce sont là des considérations fort intéressantes qui influent évidemment sur leur façon de se comporter dans le monde, c'est-à-dire sur leur physiologie.

Aussi comprend-on que ces organismes créent à leur entour un courant désordonné d'éléments corpusculaires (atomes et molécules) aux remous multiples, provoquant au bénéfice des bactéries l'accomplissement des fonctions respiratoires, nutritives et génétiques, tandis que la matière inerte, appauvrie d'autant, subit des dégradations que produisent les fermentations. Nous reviendrons au reste sur ce dernier point.

Il y a lieu de noter, en outre, que ces échanges matériels réalisent au sein des bactéries une sorte de tension interne qui les induit à la multiplication. Celle-ci atteint une vitesse qui est liée aux vibrations élastiques des molécules et à la nécessité de conserver l'intégrité du milieu; elle ne peut donc dépasser la vitesse des ondes sonores en ce dit milieu[1].

L'action des bactéries sur les substances chimiques qu'elles désagrègent à leur voisinage est inversement proportionnelle aux dimensions de ces individus. Plus ces dernières sont réduites, plus dense est le nuage chimique dont elles s'enveloppent, plus intenses aussi les phénomènes de nutrition et plus rapide la vitesse de multiplication. On sait, en effet, que les petits organismes se multiplient beaucoup plus vite que les gros. La multiplication n'est jamais entravée que par les forces externes, telles qu'une basse température ou l'absence ou la raréfaction des aliments ou des gaz respiratoires.

Ces quelques réflexions montrent que les dimensions des bactéries provoquent l'apparition de qualités spéciales qui les excluent des règles habituelles.

Fred Vlès avait déjà fait observer que les lois de la physique ne sauraient s'appliquer sans discernement aux grandeurs infimes des bactéries chez qui les tensions superficielles et les forces capillaires jouent de ce chef un rôle considérable[2].

On pourrait évoquer ici et fort utilement, les notions dérivées du principe de symétrie. Cette dernière est assez difficile à définir. En parlant de symétrie, on désigne, en général, quelque régularité géométrique, certaine répétition harmonieuse ou quelque arrangement périodique qui se manifestent dans l'aspect extérieur de la figure considérée. On sait que la simple répétition d'une impression visuelle est un facteur esthétique puissant qui intervient dans l'art décoratif et dans l'architecture. Ces répétitions ne sont pas moins importantes en musique[3].

1. Vernadsky : Le Bactériophage et la vitesse de transmission de la vie dans la Biosphère. *Revue générale des Sciences*, 1928.

2. Fred Vlès : Introduction à la Physique bactérienne. *Rev. Scientifique*, 1921.

3. Pius Servien : Introduction à une connaissance scientifique des faits musicaux. Collection de suggestions scientifiques.

Par opposition, l'asymétrie résulte d'un défaut d'arrangement régulier.

On sait l'importance que Pasteur attribua à cette structure. Par une vue géniale pénétrant les architectures profondes, il généralisa les observations qu'il avait faites en cristallographie et affirma qu'il existe un abîme entre les corps synthétiques artificiels et ceux que produit la vie; les premiers ont une structure symétrique, les seconds une structure asymétrique. Le monde vivant possède une dissymétrie spécifique du degré le plus fort. Selon Pasteur, ces structures ne peuvent être produites que sous l'influence de la vie; il existerait donc d'après lui, une ligne de démarcation absolue entre la chimie des substances inertes et celles de la nature vivante. Bien que ces affirmations aient aujourd'hui perdu de leur rigueur, on doit admettre cependant que la dissymétrie moléculaire de la substance vivante exerce une influence directrice puissante sur les synthèses chimiques qu'elle ordonne. Ainsi comprend-on que les synthèses naturelles ne peuvent jamais atteindre un état d'équilibre chimique parfait; leurs produits demeurent instables; le processus vital repose d'ailleurs sur l'instabilité des conditions du moment et la possibilité de leur changement ininterrompu[4].

Il est évident que l'œuvre microbienne obéit à ces lois et que tous les produits de cette activité présentent une structure dissymétrique.

Ces réflexions reçoivent une confirmation complémentaire par la lecture et la méditation du travail de M. Guye[5], montrant tout d'abord que la dissymétrie est nécessaire à l'apparition des phénomènes et qu'ensuite la puissance d'action d'un agent est d'autant plus grande que ce dernier, doué de dissymétrie, est plus petit; car la dissymétrie diminue avec la complexité des molécules, et simultanément décroît la possibilité des phénomènes.

Il y a lieu de noter enfin que les dimensions infimes des bactéries conditionnent aussi les particularités de leur nutrition. Celle-ci s'accomplit sous des formes singulières. Les microbes détruisent beaucoup plus de matière qu'ils n'en consomment, à l'inverse des cellules végétales dont la consommation est inférieure à la production. Ils s'approprient des atomes ou des molécules déjà engagées en diverses combinaisons et n'hésitent pas à disloquer tout un ensemble pour en extraire un unique et infime élément. Cette disproportion entre le poids de la matière détruite (sucre ou albumine) et le poids de la matière édifiée (levure ou tout autre microbe) caractérise la fermentation. C'en est même la définition.

Cette étude a été d'ailleurs admirablement conduite par Emile Duclaux dans son magistral Traité de Microbiologie dont on doit regretter seulement qu'il soit resté inachevé. On ne saurait mieux agir et mieux penser qu'en reprenant étroitement ses idées et ses travaux et en les poursuivant au delà du point où il les a abandonnés, c'est-à-dire dans le domaine des fermentations quaternaires.

Remarquons avec lui qu'un aliment peut être défini comme une quelconque matière à laquelle un microbe emprunte, dans les conditions de l'expérience, les matériaux de son organisation et la chaleur nécessaire pour se rendre indépendant de la chaleur solaire.

A ce dernier titre, on peut noter que quelques bactéries ont le pouvoir de réaliser des synthèses à la façon des cellules vertes des plantes, en empruntant aux oxydations qu'elles provoquent l'énergie nécessaire à ces constructions. C'est ainsi que certaines bactéries provoquent l'oxydation de l'azote, du soufre ou même du fer, forgeant au feu de ces combustions les synthèses qui assurent l'adhésion à leur masse d'atomes carbonés voisins.

L'oxygène doit être considéré, lui aussi, comme un aliment; la distinction entre la vie aérobie et la vie anaérobie est assez subtile; elle réside simplement sur cette constatation que, dans le premier cas, le microbe emprunte l'oxygène à l'air ou au milieu extérieur, et, dans le second cas, à une matière où cet oxygène est inclus à titre d'élément constituant. Le caractère anaérobie est plus ou moins accusé suivant le degré de résistance qui s'oppose à cette soustraction. Il s'établit à ce sujet une sorte d'échelle continue, analogue à une échelle thermométrique, où tout microbe a sa zone d'action. On peut donc dire que ce qui est au-dessus d'un certain degré de l'échelle caractérise l'aérobiose et que ce qui est au-dessous caractérise l'anaérobiose. Tous les microbes sont à la fois oxydants et réducteurs prenant l'oxygène où ils le trouvent et d'où ils peuvent le dégager et le faisant entrer dans des combinaisons variées.

Les résidus d'une fermentation sont tout simplement des éléments stables dans les conditions de leur formation. Mais une substance inattaquable dans telles conditions de l'expérience pour le microbe qui l'a formée peut redevenir alimentaire à son tour si les conditions changent. Le milieu que se crée ainsi le microbe est de moins en moins nutritif et de plus en plus antiseptique; l'adélyde formique lui-même peut devenir alimentaire.

4. F. M. Jaeger : Le Principe de Symétrie et ses applications. Gauthier-Villars édit., 1925.

5. Ch. Eug. Guye : Les frontières de la Physique et de la Biologie. Impr. Kundig, Genève, 1936.

L'aliment et l'antiseptique présentent, comme on voit, un caractère hautement contingent.

De tout quoi, il faut retenir que les microbes sont des agents très actifs de perturbation chimique. Ils sont aidés, dans leur œuvre destructrice par la sécrétion des diastases qui entrent en scène au moment où la cellule souffre, asphyxie, cesse de se multiplier et tend, quand elle le peut, à la sporulation prochaine.

Les diastases sont des catalyseurs qui facilitent ou précipitent les réactions possibles ou déjà amorcées.

C'est cette activité considérable qu'il y aurait lieu d'étudier dans le détail, en montrant tout à la fois le résultat d'une œuvre chimique de destruction et de synthèse singulièrement accrue en ses puissances profondes par l'extrême division matérielle des éléments microbiens, par leur prodigieuse et rapide multiplication et par le jeu de l'outil puissant qui facilite et précipite les dissociations et les reconstructions : les diastases.

On a jusqu'à présent négligé de présenter le tableau impressionnant de cette activité dont on ne peut que tracer ici les grandes lignes. C'est, en effet, un spectacle magnifique que celui des microbes aux prises avec le monde extérieur.

Tout d'abord, ils réalisent souvent l'affouillement des roches auxquelles ils empruntent le carbone qui leur est nécessaire, en oxydant simultanément l'azote, le soufre ou le fer dont la combustion fournit à leurs synthèses intimes l'énergie nécessaire. Les dépôts de nitre ou salpêtre n'ont pas d'autre origine, même quand il s'agit des masses énormes de nitrate de soude exploitées pour les amendements agricoles.

D'autre part, ils créent de toutes pièces le sol arable. Leur travail est ici gigantesque. Il n'est que de lire à ce sujet le livre charmant dans lequel M. J. Magrou a exposé cette histoire naturelle [6]. C'est un véritable roman et un roman vécu. On voit ces microbes à l'œuvre décomposant les matières organiques abandonnées à la surface du sol; la cellulose subit la fermentation forménique; les substances peptiques qui cimentent les cellules des végétaux sont réduites à l'état de sucre et de gaz carbonique; les graisses décomposées en glycérine et acides gras sont utilisées comme aliments; les matières azotées subissent la fermentation ammoniacale, puis, grâce à des oxydations secondaires, elles deviennent des nitrites et des nitrates et peuvent dès lors entrer de nouveau dans la composition de la vie végétale.

D'autre part, tandis que les ferments nitreux et nitriques effectuent leurs opérations oxydantes, d'autres ferments dénitrifiants disloquent les nitrates qu'ils ramènent à l'état de nitrites.

Toutes ces actions combinées et dispersées ont pour résultat d'acheminer la matière organique, abandonnée à la surface du sol, vers des états favorables à la végétation prochaine (minéralisation de l'azote et constitution d'un humus fertilisant). Et ces actions sont le résultat de fermentations auxquelles concourt une armée de bactéries.

La répartition de ces dernières est d'ailleurs fort curieuse. M. Winogradsky a montré que l'on pouvait faire surgir du sol — comme à volonté — de véritables «paysages microbiens» suivant l'aliment que l'on offre à la pâture de ces bactéries. Avec la peptone, deux espèces seulement se distinguent dont le nombre peut être estimé à plusieurs dizaines de milliards par gramme de terre. Offre-t-on de l'amidon, ce sont d'autres bactéries qui éclosent. On peut conclure que les individus microbiens qui peuplent la terre sont à l'affût de la nourriture qui leur convient; on ne peut favoriser les uns sans nuire aux autres; c'est la lutte pour la vie la plus féroce qu'on puisse imaginer, mais aussi le plus bel exemple de la concurrence vitale.

Il y a lieu de noter, d'autre part, le rôle majeur qu'exercent les microbes dans les transformations des tissus végétaux accomplies au sein des marais ou des eaux relativement dormantes. Ces matières végétales s'enrichissent en carbone, perdant par fermentation une part importante de leur oxygène et de leur hydrogène, et s'acheminent vers l'état qui constitue la tourbe, les lignites et les houilles; tandis que se dégagent d'autre part de l'eau, du gaz carbonique et du gaz des marais, ou formène, connu dans les mines sous le nom de grisou.

Il n'est guère de doute que les pétroles n'aient une origine semblable et ne résultent, de la libération par fermentation, de divers carbures d'hydrogène dont le mélange composite forme ces huiles essentielles. Les bitumes proviennent d'opérations similaires.

Ajoutons que dans le fond des mers existe une couche anaérobie très riche en microbes qui accomplissent un travail de dislocation chimique analogue à celui que réalise, dans la cavité intestinale et en milieu tout aussi anaérobie, la flore microbienne qui précipite la décomposition des aliments. Au fond des mers s'accumulent, en effet, les cadavres et les résidus de la vie; ils sont la proie de ces bactéries innombrables qui pullulent à ce niveau et qui restituent au monde minéral la matière qui s'était haussée, quelque temps durant, à la dignité organique.

Il arrive enfin que les bactéries apportent à la vie une aide inattendue en fixant directement l'a-

6. Magrou : La Vie du Sol, Editions Spes, Paris, 1929.

zote de l'atmosphère et en le transmettant, en quelque sorte, à des organismes plus élevés sur lesquels elles élisent domicile. Les nodosités qui apparaissent sur les racines des légumineuses sont de petites tumeurs déterminées par la fixation de ces bactéries au sein des cellules végétales et par la réaction hyperplasique de ces dernières. L'aide réciproque que se portent la bactérie et son hôte est qualifiée de symbiose.

Mais la symbiose est toute proche du parasitisme. Il n'est qu'un pas de l'une à l'autre.

Les microbes, en quête d'aventure et surtout d'aliments, s'attaquent non seulement aux résidus de la vie, mais parfois aux êtres vivants eux-mêmes. Ils les exploitent, comme ils font d'une pâture quelconque, en exerçant à leur détriment leurs puissances désorganisatrices. Les organismes ainsi attaqués réagissent. De ce conflit naît la maladie. Ainsi vient s'annexer — en appendice à la bactériologie générale — l'histoire des maladies infectieuses qui intéressent l'homme, les animaux et les plantes. En la considérant à sa vraie place, c'est-à-dire comme un cas particulier de la vie bactérienne plus généralement entendue, on la situerait dans son cadre particulier et l'on serait amené sans doute à renouveler à son sujet les méthodes de recherches scientifiques que les seules considérations médicales adoptées à ce jour ont épuisées.

Telles sont les considérations que m'ont inspirées ces réflexions critiques. Quand on vieillit, les choses changent d'aspect. Les gens aussi, il est vrai. Une femme âgée reprochait à son interlocuteur de ne pas la reconnaître. « Excusez-moi, lui dit-il, j'ai tant changé! ».

Il n'est pas défendu de faire part aux autres des modifications que l'on aperçoit à sa ligne d'horizon, ni même de bâtir des châteaux dans les airs. C'est d'ailleurs là qu'ils doivent être. L'important est de ne point laisser flotter indéfiniment ces images et d'édifier les fondations qui doivent les soutenir.

E. Téchoueyres,
Directeur de l'Ecole de Médecine
et de Pharmacie de Reims.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Astronomie

Moreux (Abbé), *directeur de l'Observ. de Bourges.* — **Pour comprendre l'astronomie.** — 1 *vol. in*-16 *de* 236 *pages. G. Doin et Cie, Paris.* (*Prix broché*, 21 *fr.*).

L'Abbé Moreux est probablement l'auteur actuel qui ait le plus contribué à la diffusion de l'Astronomie. Ses nombreux ouvrages, aussi bien que ses articles dans les revues et les journaux auxquels il collabore, ont fait admirer au grand public les merveilles du ciel. Et cependant, après les avoir parcourus, plus d'un lecteur a formulé le souhait d'en connaître davantage, de se rendre compte de la façon dont s'y prennent les astronomes pour calculer les distances des astres, pour mesurer leurs masses et leurs grosseurs, etc.

Or, il n'existe dans aucune langue un ouvrage de ce genre, qui soit à la portée d'un lecteur moyen. Pour la première fois *Pour comprendre l'Astronomie* remplit ce but, et cela sans le secours d'aucune formule algébrique. C'est là un véritable tour de force de vulgarisation, dont les nombreux lecteurs de l'Abbé Moreux lui seront reconnaissants et sauront apprécier la vraie valeur.

G. D.

⁂

Humbert (Pierre), *professeur à l'Université de Montpellier, examinateur des élèves à l'École Polytechnique.* — **L'œuvre astronomique de Gassendi.** — 1 *fasc. de* 31 *p.* Actualités Scientifiques et Industrielles, n° 378 (Exposés d'histoire et philosophie des sciences, VI). *Hermann et Cie, Paris*, 1936 (*Prix :* 8 *fr.*).

Pierre Gassend (Gassendi n'est qu'un nom latinisé selon une habitude de l'époque), qui vécut de 1592 à 1665, est un savant français; il passa la plus grande partie de sa vie à Digne et à Aix et il devint professeur au Collège Royal, aujourd'hui Collège de France. D'une forte culture générale, il toucha à des questions très diverses et l'on connaît sa controverse avec Descartes, qui sépara les philosophes en Cartésiens et Gassendistes. Pour la seule Astronomie, Gassendi s'est occupé d'observations physiques ou de position sur le Soleil et la Lune, d'éclipses, d'observations solsticiales, d'occultations, de Mercure, Vénus, Mars, Jupiter, Saturne, de comètes, de théories astronomiques et aussi de météorologie. Il n'a fait, d'ailleurs, aucune découverte remarquable, mais Gassendi demeure intéressant, d'abord par l'influence qu'il a exercée sur les savants de son temps, et

surtout par les qualités en quelque sorte modernes de son œuvre : précision et rigueur scientifique.

Georges DURAND.

⁂

Rudaux (L.). — *Sur les Autres Mondes.* — *1 vol broché : 95 francs, relié demi-chagrin : 145 francs. Librairie Larousse, 13, rue du Montparnasse. Paris VI^e^.*

Après avoir parcouru le beau volume *Sur les Autres Mondes*, de mon ami LUCIEN RUDAUX, j'ai voulu relire *Les Terres du ciel* de CAMILLE FLAMMARION. Certes l'ouvrage de FLAMMARION, a considérablement vieilli, mais quelle poésie débordante et quel charme on éprouve à goûter un style d'une tenue littéraire qui ne se dément jamais! Après cette lecture, j'ai regretté que les deux auteurs n'aient pu collaborer à l'ouvrage que vient d'éditer luxueusement la grande Librairie Larousse : alors, c'eût été parfait. M. L. RUDAUX est avant tout un artiste du pinceau. Les Tableaux qui illustrent cette belle publication dénotent un joli talent de dessinateur et c'est certainement la partie intéressante de l'ouvrage. Que l'auteur promène son lecteur sur le sol lunaire ou sur les satellites de Jupiter et de Saturne, c'est partout un spectacle qui réjouit les regards.

La documentation photographique n'a d'ailleurs pas été négligée et apparaît en tout point remarquable. Le volume renferme des clichés de toute beauté et il faut féliciter le maître-imprimeur qui les a reproduits en héliogravure avec un soin digne de tous les éloges.

Tous les fervents d'Uranie tiendront à posséder un ouvrage aussi bien présenté et dont le succès est assuré à l'avance.

Th. MOREUX.

2° Mathématiques

Lavrentieff (M.), *professeur à l'Université de Moscou.* — **Sur les fonctions d'une variable complexe représentables par des séries de polynômes.** — *1 fasc. de 62 p.* Actualités Scientifiques et Industrielles, n° 441 (Exposés sur la théorie des fonctions, V). *Hermann et Cie, Paris*, 1936 *(Prix : 15 fr.)*.

Il est bien connu depuis Weierstrass que la somme d'une série de polynômes uniformément convergente à l'intérieur d'un intervalle (a, b) est une fonction continue dans (a, b), et inversement. Mais si l'on considère la somme d'une série de polynômes qui soit convergente (non uniformément) dans (a, b), le problème prend un tout autre caractère; sans doute on savait dès avant Weierstrass que cette somme peut être discontinue dans (a, b), mais les méthodes et notions de l'Analyse classique étaient impuissantes à résoudre complètement le problème de la structure des fonctions représentées par une telle somme, et il a fallu attendre les travaux de Baire (1901) basés sur les concepts de la Théorie des Ensembles. Le fascicule de M. Lavrentieff se propose d'exposer les résultats qui se rattachent à ce problème de structure. Après le rappel de notions préliminaires (chap. I), puis de certaines propriétés de la représentation conforme (chap. II), l'auteur donne au chap. III des résultats modernes, en liaison avec son sujet, sur les séries de polynômes uniformément convergentes (étude et construction de séries particulières de polynômes, étude des séries uniformément convergentes sur les ensembles fermés). Les chap. IV et V traitent essentiellement des séries de polynômes qui convergent non uniformément dans un domaine, question dominée par les profondes recherches de M. Osgood et de M. Montel, elles-mêmes prolongées indépendamment par M. Lavrentieff et par MM. Hartogs et Rosenthal; le fascicule s'achève par quelques extensions des résultats indiqués aux suites convergentes de fonctions méromorphes ou de fonctions harmoniques.

Georges DURAND.

⁂

Denjoy (Arnaud), *professeur à la Sorbonne.* — **Introduction à la théorie des fonctions de variables réelles.** — *2 fasc. de 55 p. et 57 p.* Actualités Scientifiques et Industrielles, n^os^ 451 et 452 (Exposés sur les ensembles et fonctions, I et II). *Hermann et Cie, Paris*, 1937 *(Prix : 12 fr. chaque fascicule)*.

Ces deux fascicules sont d'un vif intérêt pour une initiation à l'Analyse moderne. Ils réunissent, en effet, un grand nombre de notions et de résultats qui n'ont guère fait l'objet jusqu'à présent d'ouvrages didactiques et qu'on ne trouve habituellement que dans les monographies ou les mémoires originaux. Et l'auteur donne à son exposé un tour synthétique, très vivant grâce à des aperçus historiques et méthodologiques, ce qui le rend d'une lecture aisée et attrayante.

Le fasc. I débute par des considérations générales sur les fonctions de variables réelles et complexes et sur leur intérêt comparé au point de vue de la logique ou de la physique, celle-ci exigeant toujours davantage qu'on sorte du cadre des « bonnes » fonctions, continues, dérivables, analytiques; l'auteur esquisse ensuite à grands traits l'évolution de l'Analyse, avec les travaux de Cauchy, Abel, Riemann et, à la suite de la création de la Théorie des Ensembles par Cantor, ceux de Borel, Baire, Lebesgue; puis il caractérise le rôle de l'Analyse Générale introduite par Fréchet. Au chap. II, on trouve les notions, essentielles pour l'Analyse, de la Géométrie des ensembles cartésiens : notions descriptives (point d'accumulation et définitions qui s'y rattachent, courbes continues, somme et produit d'ensembles) et métriques (mesures de Jordan, de Borel-Lebesgue, épaisseur de Denjoy, mesure d'ordre quelconque de Carathéodory, Painlevé). Le chap. III introduit dans les principes de l'Analyse des fonctions; les notions descriptives comprennent la continuité et la convergence, ce qui conduit aux importantes classes de Baire; les notions appelées mixtes font apparaître les fonctions à variation bor-

née (Jordan), les fonctions mesurables (Lebesgue), les fonctions approximativement continues (Denjoy); enfin, avec les notions métriques, on examine la dérivation, les différentielles (notion plus générale que celle de dérivée) et les fonctions absolument continues (Vitali); ce chapitre se termine par un paragraphe sur l'approximation des fonctions continues par les polynômes (théorème de Weierstrass, polynômes de Tchebycheff).

Dans le fasc. II, le chap. I est consacré à l'intégration, avec les notions successives d'intégrale de Riemann, de Lebesgue, de Stieljes et les totalisations de Denjoy. Le chap. II traite des séries trigonométriques, question qui a joué un rôle essentiel dans l'élaboration et le progrès des notions fondamentales de l'Analyse : développement d'une fonction donnée en série trigonométrique et convergence de cette série, convergence et somme d'une série trigonométrique donnée; on y rencontre aussi quelques considérations sur les séries de fonctions orthogonales. Le chap. III a pour objet les fonctions quasi-analytiques, qui partagent avec les fonctions analytiques la propriété d'être déterminées dans tout leur domaine d'existence par les valeurs qu'elles prennent dans un intervalle, si petit soit-il; se bornant à des indications sur la notion de quasi-analycité au sens de Serge Bernstein, l'auteur insiste davantage sur les fonctions quasi-analytiques au sens de Borel, Denjoy et Carleman, qui ont fait l'objet de travaux plus nombreux et plus étendus. Le chap. IV envisage les fonctionnelles ou fonctions dont l'argument est lui-même une fonction : continuité, fonctionnelles linéaires, différentielles, intégration; il prend fin avec quelques lignes sur les fonctions d'ensemble.

Georges DURAND.

***

Freda (Hélène). — **Méthode des caractéristiques pour l'intégration des équations aux dérivées partielles linéaires hyperboliques** (Préface de M. Vito Volterra). Mémorial des Sciences mathématiques. — 1 *fasc. de* 82 *p.* 1937, *Gauthier-Villars, édit Paris.*

Le fascicule de Mlle Freda représente l'essentiel du cours qu'elle a professé à l'Université de Rome en 1931. Il constitue une mise au point remarquable des bases, du développement et des applications de la méthode des caractéristiques.

Le premier chapitre traite des équations hyperboliques, des problèmes aux limites et des propriétés des variétés caractéristiques. Le second chapitre examine l'intégration des équations hyperboliques à deux variables d'après la méthode de Riemann, la résolution du problème de Cauchy par la méthode de Riemann ce qui conduit à l'étude du rôle particulier des caractéristiques dans cette méthode. Aux équations hyperboliques à coefficients constants correspondent des problèmes physiques, problèmes de la propagation des ondes auxquels la résolution du problème de Cauchy ou des problèmes mixtes permettent de donner une solution.

Le troisième chapitre est consacré à l'exposé de l'intégration de l'équation hyperbolique dans le cas de trois variables suivant la méthode de Volterra par l'introduction des conoïdes caractéristiques, d'abord dans le cas du problème intérieur, puis dans le cas du problème extérieur.

Le quatrième chapitre expose rapidement les extensions dont la si féconde méthode de M. V. Volterra a été susceptible, notamment les travaux de M. d'Adhémar, Tedone et Coulon.

Enfin le dernier chapitre résume les importantes recherches de M. Hadamard, relatives aux équations hyperboliques, d'après l'exposé que celui-ci en a fait dans son livre sur le problème de Cauchy et les équations aux dérivées partielles linéaires hyperboliques.

G. P.

3° Chimie

Dhéré (Ch.), *Correspondant de l'Académie de Médecine.* **La fluorescence en biochimie.** — 1 *vol. in-8° de* 318 *pages avec* 56 *figures. Les Presses Universitaires de France, Paris* 1937. *(Prix :* 80 *francs).*

M. Ch. Dhéré, à qui l'on doit un magnifique ensemble de recherches sur la fluorescence des produits biologiques, nous présente aujourd'hui un exposé critique extrêmement complet des nombreux résultats accumulés jusqu'ici dans ce domaine.

Dans cet ouvrage, comme dans les propres recherches de l'auteur, une grande place a été faite aux spectres de fluorescence; cela est absolument justifié étant donné que les recherches faites sur la fluorescence en laissant de côté l'analyse spectrale des radiations émises, ne conduisent, dans la plupart des cas, qu'à des constatations assez superficielles et sans signification précise. L'étude de ces spectres a pu être poussée par l'auteur jusque dans l'extrême rouge et même l'infrarouge, grâce à des plaques sensibilisées pour ces radiations; comme toute une série de pigments physiologiques possèdent la remarquable propriété d'émettre des rayons infrarouges par excitation au moyen de rayons visibles ou ultraviolets, l'auteur a eu soin de renseigner le lecteur aussi complètement que possible sur ce sujet, tant en ce qui concerne la technique qu'en ce qui se rapporte aux résultats.

Dans ses recherches personnelles, M. Dhéré s'est efforcé de perfectionner le plus possible les procédés de l'analyse spectrale appliquée à l'étude des fluorescences, tout spécialement en vue d'éviter la déformation du spectre d'émission par le spectre d'absorption, la modification de la fluorescence par altération de la liqueur irradiée, et en vue aussi de réaliser les déterminations avec des quantités de produits aussi faibles que possible. On trouve un écho de ces préoccupations dans les premiers chapitres de l'ouvrage, d'un caractère général, qui sont

consacrés à l'excitation de la fluorescence, à l'observation générale du phénomène, à son étude spectroscopique et spectrographique; l'auteur a réuni sur les dispositifs qui ont été préconisés un grand nombre de renseignements dont on ne saurait exagérer l'intérêt pour tous ceux qui désireront aborder l'étude de la fluorescence. Le reste du volume rassemble les résultats obtenus dans l'étude de la fluorescence de composés organiques les plus divers : glucides et glucosides, corps gras et lipoïdes, substances protéiques, alcaloïdes, chlorophylles et phycochromoprotéides, pigments biliaires et urobiliniques, porphyrines. Dans les derniers chapitres, on trouvera les données fournies par les recherches récentes sur la fluorescence des vitamines, hormones et ferments, de quelques liquides de l'organisme (sérum, lait, urine, bile et liquide céphalo-rachidien, sperme), des microbes, bactéries, levures, etc.

L'ouvrage contient la reproduction d'un nombre considérable de spectrogrammes typiques constituant une sorte d'atlas annexé au texte, qui fournit au lecteur une quantité de documents extrêmement précieux pouvant servir de termes de comparaison. C'est là une innovation qui augmente l'originalité d'un ouvrage d'ailleurs remarquable à tous égards où l'on trouve l'état actuel d'une question dont l'importance ne saurait être exagérée tant du point de vue physico-chimique que du point de vue biologique.

A. Boutaric.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 4 janvier 1938. (*suite*).

2° Sciences physiques. — M. **Ch.-Eug. Guye** : *Sur la possibilité de vérifier expérimentalement la relation* $v = v_0\sqrt{1-\beta^2}$ *de la relativité restreinte.* L'auteur indique le principe de deux méthodes, l'une de diffusion moléculaire, l'autre de résonance, qui permettraient de vérifier cette relation, mais elles semblent devoir se heurter à de grandes difficultés expérimentales. — M. **L. Goldstein** : *Sur la théorie des réactions nucléaires.* Le processus de disparition d'un niveau d'énergie nucléaire, excité dans la première étape par émission d'un corpuscule lourd, apparaît sur la base du modèle de gaz intra-nucléaire comme une sorte d'effet Richardson. — M. **P. Vernotte** : *A propos d'une vérification du critère de Rayleigh.* L'auteur montre que la vérification du critère de Rayleigh, dont la valeur serait de 1709, par Schmidt et Milverton est entachée d'erreur, et que sa valeur réelle est beaucoup plus petite, soit environ 24. — M. **L. Néel** : *Interprétation du point de Curie paramagnétique des éléments du groupe des terres rares.* L'expérience montre que le champ moléculaire des métaux des terres rares provient uniquement d'interactions entre spins. Ces interactions sont sans doute du type d'échange comme pour les métaux du groupe du fer. Il n'y a pas d'interactions entre les moments orbitaux. — M. **M. Rouault** : *La structure de la molécule de* $GeBr^4$. La molécule de $GeBr^4$ a une structure tétraédrique, avec les valeurs suivantes des distances interatomiques, Ge — Br = 2,32 Å ; Br — Br = 3,79 Å. — M. **J. Cayrel** : *Sur la réaction de Devaux (cuivre-sulfure de cuivre) en surface limitée.* L'étude de la réaction de Devaux en surface limitée montre que la couche de cuivre constituant l'auréole en libre extension est susceptible de s'épaissir lorsque cette extension est entravée. — MM. **Al. Travers** et **H. Zahari** : *Etude de quelques propriétés de l'hexahydrate d'aluminate tricalcique et de l'aluminate tricalcique anhydre.* Ces deux corps correspondent à des combinaisons stables très bien définies, ainsi que les sels doubles obtenus à partir de leur solution et de la solution d'un sel de chaux. Ces sels dériveraient de l'acide orthoaluminique $Al(OH)^3$, le sel anhydre étant le sel neutre $(AlO^3)^2Ca^3$. — M. **J. Kraft** : *Sur les ortho-arséniates d'uranyle.* Il y a un parallélisme étroit entre les *o*-arséniates et les *o*-phosphates d'uranyle. — MM. **M. Delépine** et **A. Horeau** : *Sur le dimère de l'aldéhyde crotonique. Hydrogénation de l'acide correspondant et transposition de sa double liaison par le nickel.* — M. **R. Calas** : *Sur l'obtention des deux dihydrocamphorones stéréoisomères* $(d+l)$. L'auteur les a préparées en hydrogénant la camphorone et son isomère la pulégénone en présence de noir de platine ou de nickel Raney. — M. **P. Gaubert** : *Formation et orientation de cristaux mous mâclés dans les gouttes liquides anisotropes de p-azoxyanisol.* La matière étrangère qui produit les cristaux mâclés, due probablement à une impureté, est soluble dans le liquide isotrope, mais beaucoup moins dans le liquide cristallin. Lorsque celui-ci se produit par refroidissement du premier, elle se sépare en donnant un cristal mou, plus ou moins courbe au début de sa formation, durcissant à mesure que la température s'abaisse, se mâclant et prenant finalement les directions imposées par le mica ou par le cristal liquide. — Mlles **W. Heller** et **G. Quimfe** : *Sur les deux orientations possibles de la gœthite colloïdale dans le champ magnétique.* Le changement de signe de l'anisotropie magnéto-optique de la gœthite colloïdale provient d'un changement d'orientation des particules; l'anisotropie optique ne varie que très peu.

3° Sciences naturelles. — M. **Mengli Enifeff** : *Recherches sur les sols du delta intérieur du Niger.* Ces sols, formés sur des alluvions très hétérogènes, doivent être classés parmi les sols azonaux. Leur évolution a été influencée surtout par l'hydrographie et la topographie locales, qui ont déterminé la formation de nombreuses variétés de sols. Les analyses des échantillons (à une

exception près) ne permettent pas de parler d'un processus de latérisation actuel. Le sens de l'évolution actuelle de ces sols reste à préciser. L'expérimentation agronomique montre l'amélioration très rapide après apport même d'une faible quantité d'engrais. Malgré une exploitation intensive, les sols améliorés ne donnent aucun signe d'épuisement, ce qui devrait, semble-t-il, se produire dans le cas de terres en voie de latérisation. — MM. **Louis Dubertret** et **Henri Vautrin** : *Sur l'existence du Pontien lacustre en Syrie et sur sa signification tectonique.* — M. **Antonin Tronchet** : *Excitation mécanique directe des cellules papilleuses des vrilles de* Eccremocarpus scaber. Sans justifier aucunement l'opinion qui tendrait à faire des *papilles tactiles* le siège exclusif de la sensibilité thigmotropique, l'étude expérimentale de leur comportement à l'égard des chocs montre qu'elles jouent nécessairement un rôle très important dans la captation des excitations mécaniques. — M. **Albert Vandel** : *Sur l'existence de rapports entre la disposition des chromatophores et celle des insertions musculaires chez les Isopodes du genre* Trichoniscus. Les taches claires qui caractérisent le système pigmentaire des espèces du sous-genre *Spiloniscus* sont dues au fait que les chromatophores contournent et dessinent très exactement les zones d'insertion des muscles. Elles révèlent, par suite, la disposition des muscles qui s'insèrent sur la face dorsale du corps. On comprend ainsi que la répartition des taches claires, liée à des dispositions anatomiques fondamentales, soit fixe et constante. — M. **Théodore Kofman** : *Réactions morphologiques dans le sérum de lapin cancérisé.* Le principe de la méthode décrite est l'application au sérum du phénomène de croissance artificielle osmotique. L'efflorescence terminale osmotique est variable suivant qu'elle se développe, toutes choses égales d'ailleurs, dans le sérum normal ou dans le sérum cancérisé. Sans qu'on puisse encore généraliser cette méthode comme moyen de diagnostic, on peut dès maintenant admettre le fait que le sérum cancérisé présente une dispersion micellaire différente de celle du sérum normal. — MM. **Jean Cuillé** et **Paul-Louis Chelle** : *La Tremblante du mouton est bien inoculable.* Il a été possible non seulement de transmettre la Tremblante directement par inoculation de produits virulents récoltés sur des sujets atteints de la maladie naturelle, mais encore d'effectuer un deuxième passage. La transmission peut être obtenue par inoculation sous-cutanée, intra-oculaire, épidurale ou intra-cérébrale de substance nerveuse (moelle ou cerveau). La période d'incubation n'est ordinairement pas inférieure à un an; elle atteint parfois près de deux ans.

Séance du 10 Janvier 1936.

1° Sciences mathématiques. — M. **E. Vessiot** : *Sur les équations* F (x, y, z, p, q, r, s, t) = 0 *auxquelles la méthode de Darboux est applicable.* — M. **H. Poncin** : *Sur le début de l'écoulement d'un fluide visqueux.* L'auteur étudie l'influence des variations de charge sur l'écoulement à travers un viscosimètre à écoulement libre ou à dépression. — M. **L. Escande** : *Sur l'écoulement à veine dénoyée par une vanne de fond.* — M. **P. Dive** : *Impossibilité de rotations permanentes barotropes dans un astre fluide à stratification ellipsoïdale.* L'auteur fournit de cette impossibilité une démonstration plus simple et plus rigoureuse que celle qu'il avait donnée en 1927. — M. **R. Goudey** : *Mesures de l'intensité de la pesanteur faites en France pendant l'année* 1934.

2° Sciences physiques. — MM. **J. Cabannes** et **Aug. Rousset** : *L'effet Raman dans les gaz sous la pression normale.* Les auteurs montrent que l'hypothèse de Silberstein qui paraissait expliquer d'une façon satisfaisante la dépolarisation de la raie Rayleigh doit être définitivement abandonnée. — M. **H. Lacoste-Tayan** : *Sur la perméance aérienne des aimants permanants.* La perméance aérienne n'est pas une grandeur géométrique, mais dépend de la nature et des qualités magnétiques de l'acier. Toutefois, sa détermination géométrique peut permettre souvent la prédétermination des qualités d'un aimant avec une approximation suffisante en pratique. — Mlle **S. Guinand** et M. **Jacques Nicolle** : *Pouvoir rotatoire des mélanges d'acide ascorbique et de soude.* Les courbes de pouvoir rotatoire démontrent l'existence d'un sel monosodique et, avec un excès d'alcali, d'un sel plus riche en soude. — M. **F. Perrier** : *Sur le rayonnement émis par les diélectriques solides électrisés par frottement.* Ce rayonnement est invisible, n'excite pas la fluorescence des écrans usuels, est peu pénétrant. Son action ionisante le situe dans le domaine intermédiaire. — Mlle **Y. Wormser** : *Action de l'acide oxalique sur une cobaltichloropentammine.* Cette action conduit à un oxalate chloro solide, qui en présence de ses eaux-mères se transforme en quelques mois en oxalate oxalato acide. En solution, la substitution se fait, au moins en partie, par l'intermédiaire du composé roséo, et elle aboutit à un équilibre entre les sels roséo et oxalato. — M. M. **Frérejacque** : *Identification du glucose. Acétolyse des glucosides.* L'auteur acétolyse les glucosides par le mélange anhydride acétique et acide sulfurique, puis identifie le glucose par traitement avec l'acétate de *p*-toluidine qui précipite la β-tétracétylgluco sylparatoluidine. — M. **M. Godchot** et Mlle **G. Cauquil** : *Sur les carbures menthadiéniques obtenus dans la déshydratation des méthyl-1-cyclohexylisopropyl-3-1 inacones active et inactive.* Il se forme deux *m*-menthadiènes actif et inactif, qui hydrogénés en présence de nickel Raney fournissent l'un ou l'autre des deux *m*-menthène-3 ou 2 actif et inactif. — MM. **V. Dolejsek** et **M. Jahoda** : *Sur les variations du réseau des cristaux piézoélectriques produites par une tension électrique statique.* Les auteurs ont suivi l'influence du champ sur le diagramme de Bragg donné par une lame de quartz taillée perpendiculairement à l'axe électrique. Le déplacement mesuré des lignes, produit par la variation du réseau des cristaux piézoélectriques, est conforme aux valeurs calculées par la théorie. Il n'y a pas de variations sensibles de l'intensité des lignes.

3° Sciences naturelles. — M. **Lucien Cayeux** : *Rôle des Foraminifères et du carbonate de chaux dans la fixation de certaines substances minérales.* Les Foraminifères sont loin de jouer le rôle important qui leur a été attribué par nombre d'auteurs dans la formation de la glauconie, du phosphate de chaux, et de la pyrite. Ces

trois substances ne se réclament jamais d'une précipitation directe dans des cavités préexistantes, telles que chambres de Foraminifères et autres vides, et elles représentent un produit de substitution à du carbonate de chaux. Les phénomènes de substitution au carbonate de chaux dominent toute l'histoire des néoformations les plus importantes des dépôts sédimentaires. Ce corps joue, dans l'évolution minéralogique des roches sédimentaires, un double rôle ; il intervient par sa masse, au même titre que les matériaux détritiques et les organismes, et il prend part, en tant qu'élément nécessaire, aux transformations subies par les dépôts, pendant et après la sédimentation. — M. **Marius Dalloni** : *Sur des dépôts permiens des Pyrénées à flore de l'Angaride.* — M. **André Lenoble** : *Sur l'âge et l'ordre chronologique des venues éruptives entre Mahanoro et Nosy Varika (Côte orientale de Madagascar).* On distingue trois périodes d'éruption. 1° A la première, probablement très ancienne, appartiennent les filons doléritiques du socle gneissique et leur âge ne peut être daté ; leur mise en place a pourtant eu lieu avant ou pendant la dernière période orogénique dont l'âge est post-dévonien et ante-Karoo. 2° Au Crétacé moyen, des éruptions importantes ont recouvert tout le socle gneissique d'épaisses coulées dacitiques. 3° Plus tard et avant le dépôt du Crétacé supérieur, des filons et des massifs intrusifs de dolérites, accompagnées de coulées basaltiques ont percé les dacites. — MM. **Gaston Delépine**, et **Branko Yovanovitch** : *Sur la présence de grès du Famennien et de calcaires coralligènes du Dévonien moyen à Mechra ben Abbou (Mavoc occidental).* A l'est de Mechra ben Abbou existe du Dévonien supérieur représenté par une série gréseuse avec bancs ferrugineux ; la faune de ces grès démontre qu'ils sont d'âge famennien. D'autre part les calcaires de teinte gris clair, massifs ou lités, avaient été rapportés en bloc au Viséen. Ils renferment des lentilles coraligènes avec *Favosites* de grande taille, d'autres à polypiérites de petit calibre. Ces fossiles indiquent un âge dévonien moyen ; certains éléments permettent de conjecturer que c'est l'Eifélien. — M. **Paul Deleau** : *Les variations brusques de faciès du Crétacé inférieur au Djebel Diaffa (Constantine).* La constatation d'une variation brusque de faciès dans le Crétacé inférieur du Dj. Djaffa permet de ne plus douter de ce phénomène qui s'étend à l'ensemble des Monts de Constantine et qui fait comprendre leur structure en dômes, si caractéristique. Ces dômes sont formés d'assises néritiques du Crétacé inférieur, peu plissées, limitées par de grandes fractures, tandis que les formations schisteuses, plastiques, des synclinaux ont été affectées de plis isoclinaux à structure imbriquée. — M. **Ottavio Munerati** : *La culture de la betterave de la graine à la graine en simple milieu liquide.* — M. **Roger Gautheret** : *Sur le repiquage des cultures de tissu cambial de* Salix Capraea. Grâce à des repiquages réguliers et à l'utilisation de milieux convenables, l'auteur a pu entretenir pendant plus de 8 mois une souche de tissu cambial de *S. Capraea*. Le tissu ne se développe qu'en présence d'aliments sucrés, indispensables dès le début de la culture. Les autres substances excito-formatrices, le chlorhydrate de cystéine, la vitamine B_1 et l'hétéro-auxine n'activent au contraire que fort peu les jeunes cultures ; elles ont une influence d'autant plus nette que les tissus ont subi un plus grand nombre de repiquages. Le tissu cambial renferme donc normalement ces principes excitants nécessaires à son développement. Le plus actif de ces facteurs de prolifération est incontestablement la vitamine B_1 (aneurine). — M. **Constantin Dawidoff** : *Multiplication asexuée, par lacération, chez les* Ctenoplana. Observation de deux cas de lacération spontanée chez *Planoctena yurii*. L'animal de très grande taille, (0 mm, 10 de diamètre), bien étalé sur son support détache de la marge de son disque quelques fragments d'environ 0,6 mm. de diamètre chacun, ne contenant qu'une petite fraction du réseau gastro-vasculaire. Le contour du fragment se régularise en quelques minutes, et, en 120 heures, on obtient une petite Cténoplanide presque parfaite, mais qui reste en état de planarisation permanente. L'auteur a étudié les phénomènes internes de ce développement, en amputant des fragments du disque. La réorganisation est d'une rapidité surprenante ; elle comporte d'une part des processus de néoformation et d'autre part des processus de morphallaxis. — MM. **Marius Piéry**, **Jean Enselme** et Mlle **Simone Petel** : *Recherches au sujet de l'influence des eaux minérales sur la respiration tissulaire. Rôle des ions* Ca^{++} Mg^{+} *et* Na^{+}. Les ions Ca^{++} diminuent la respiration des globules rouges nucléés de l'oie commune. Cette diminution est encore plus marquée en présence d'acide ascorbique. Les ions Mg^{+} au contraire semblent augmenter cette respiration. La présence d'acide ascorbique modifie peu ce phénomène. En outre l'ion Mg^{+} active et l'ion Ca^{+} diminue l'intensité de fixation de l'oxygène dans le système tyrosine-tyrosinase. — Mme **Andrée Roche**, M. **Jean Roche**, Mme **Simone Drouineau** et M. **Paul Passelaigue** : *Aptitude d'un aliment protéique à couvrir les besoins azotés d'entretien ou de croissance et régénération des protéines tissulaires.* Quel que soit l'aliment azoté administré aux animaux après un jeûne protéique comportant une perte d'environ 30 p. 100 de leur poids, on n'observe ni une survie prolongée, ni un arrêt de l'amaigrissement ; celui-ci évolue pratiquement comme en l'absence de protides dans le régime. Il n'existe pas de différence nette entre les divers régimes essayés, que les protéines ingérées soient ou non aptes à couvrir les besoins d'entretien ou de croissance. La régénération des protéines tissulaires de l'animal adulte ne peut donc pas être assurée exclusivement par la couverture des besoins azotés ; elle met sans doute en jeu des facteurs d'un autre ordre (hormonaux ou métaboliques) actuellement inconnus. — M. **Serge Tchakhotine** : *Ultramicropuncture ultra-violette moyen, nouveau d'étude de phénomènes colloïdaux dans la cellule vivante.*

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Ed., 1, rue de la Bertauche, Sens. — 4-38.